

**UJI KUAT TEKAN DAN KEAUSAN BAHAN KAMPAS REM
DARI KOMPOSISI TEMPURUNG KEMIRI DAN SERAT
BAMBU**



Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Sains Jurusan Fisika Pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

MUH. ASYRAF ATHIF

60400113016

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

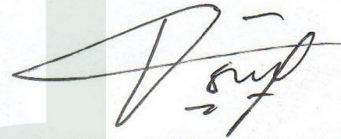
2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah karya penyusun sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Gowa, 15 Februari 2018

Penyusun



MUH. ASYRAF ATHIF

NIM: 60400113016

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Uji Kuat Tekan dan Keausan Bahan Kampas Rem Dari Komposisi Tempurung Kemiri dan Serat Bambu”, yang disusun oleh saudara **Muh. Asyraf Athif**, NIM: 60400113016 Mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Kamis, 15 Februari 2018 M, bertepatan dengan 29 Jumadil Awal 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Fisika (dengan beberapa perbaikan).

Gowa, 15 Februari 2018

29 Jumadil Awal 1439 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.	(.....)
Sekretaris	: Sri Zelviani, S.Si., M.Sc.	(.....)
Munaqisy I	: Fitriyanti, S.Si., M.Sc.	(.....)
Munaqisy II	: Dr. Sohrah, M.Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.	(.....)
Pembimbing II	: Ihsan, S.Pd., M.Si.	(.....)

Diketahui Oleh :
**Dekan Fakultas Sains dan
teknologi UIN Alauddin Makassar**

Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.
NIP : 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah Swt. Atas segala rahmat dan karunia-Nya hingga sampai saat ini penulis masih diberikan kenikmatan dan kesehatan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Agung Muhammad saw, beliau yang telah menuntun manusia menuju jalan kebahagiaan hidup di dunia dan di akhirat.

Alhamdulillah, penulis telah berhasil menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul **“Uji Kuat Tekan dan Keausan Bahan Kampas Rem Dari Komposisi Tempurung Kemiri dan Serat Bambu”**. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menghaturkan rasa terima kasih dan rasa hormat yang tiada hentinya kepada kedua orang terkasih dalam hidup penulis yaitu Ayahanda **Puang Damang** dan Ibunda **St. Rukiah** yang selalu memberikan perhatian, dukungan serta motivasinya yang merupakan sumber penyemangat bagi penulis.

Tersusunnya skripsi ini berkat bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, maupun pemikiran. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga selesainya penulisan skripsi ini, dan kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si.** selaku Rektor UIN Alauddin Makassar.

2. Bapak **Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.** selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.**, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberi perhatian, dukungan kepada kami. Sekaligus selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak berkontribusi dan memberikan masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
4. Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si.** selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Sekaligus selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak berkontribusi mencurahkan ilmu dan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu **Fitriyanti, S.Si., M.Sc.** selaku penguji I dan Ibu **Dr. Sohras, M.Ag.** selaku penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu dosen dan laboran Jurusan Fisika yang telah berjasa memberikan ilmu pengetahuan dan mendidik penulis selama berada di bangku kuliah.
7. Bapak **Sun Haji** selaku kepala **Laboratorium Bahan Teknik UGM**, Bapak **Aulia winaldi, S.T., M.Si.** selaku kepala seksi **Laboratorium Fisika Mekanik Balai Industri dan Hasil Perkebunan Makassar (BBIHP)**, Bapak **Tarto** selaku laboran di **Laboratorium Fisika Mekanik Balai Industri dan Hasil Perkebunan Makassar (BBIHP)**, dan **Hazrul Azwar, S.T.** selaku karyawan **PT. Semen Tonasa Tbk.** yang telah membantu pengujian sampel penelitian ini.

8. Semua Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi dan jurusan Fisika terima kasih atas bantuannya.
9. **Jushar, A. Sinar Alam, dan Rahmat**, selaku asisten yang setia membantu tiada henti sejak awal penelitian hingga penyusunan skripsi.
10. Kepada teman – teman di lembaga kursus **ISEH (Sawir Marsaban, Rustam, S.Hum., dan Ihsan S.Kom.)** yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
11. Bapak **H. Harun Pabolloy** dan Ibu **Hj. A. Nurlina** yang telah memberikan semangat dan dukungan layaknya orangtua sendiri beserta keluarga.
12. Sahabat-sahabat tercinta di Jurusan Fisika Angkatan 2013 (**ASAS 13LACK**) yang telah menjadi sahabat setia mendengar semua keluh kesah penulis selama menjadi mahasiswa dan selalu setia menemani dalam penelitian hingga penyusunan skripsi serta kakak dan adik-adik Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi.
13. Kepada para senior, rekan-rekan dan adik-adik di organisasi **Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Fisika, Dewan Mahasiswa (DEMA) Fakultas Sains dan Teknologi, UKM RITMA, UKM LDK Al-JAMI, dan MPM UINAM** serta **LDF ULIL-ALBAB.**

Semoga Allah Swt. memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhirnya, hanya kepada Allah Swt penulis serahkan

segalanya, mudah-mudahan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi semua.

Gowa, 15 Februari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah.....	4
1.3.Tujuan Penelitian.....	5
1.4.Manfaat Penelitian.....	5
1.5.Ruang Lingkup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Klasifikasi Rem.....	7

2.2 Kampas Rem.....	11
2.3 Serat Bambu.....	13
2.4 Tempurung Kemiri.....	16
2.5 Polyester Resin.....	18
2.6 Serbuk Aluminium.....	18
2.7 Keausan.....	21
2.8 Pengurangan Keausan.....	24
2.9 Uji Keausan.....	25
2.10 Jenis-Jenis Keausan.....	28
2.11 Uji Kekerasan.....	33
2.12 Integrasi Al-Qur'an dan kellmuan Sains.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	52
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	52
3.2 Alat dan Bahan.....	52
3.3 Prosedur Kerja.....	53
3.4 Alur Penelitian.....	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	64
4.1 Hasil	64
4.2 Pembahasan.....	66
BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71

5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
RIWAYAT HIDUP.....	76
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	L1



DAFTAR TABEL

No Keterangan	Halaman
Tabel 2.1 : Analisa Unsur Tempurung Kemiri.....	17
Tabel 3.1 : Spesifikasi Aluminium (Al) Berdasarkan Sertifikat Analisis.....	56
Tabel 3.2 : Perbandingan Komposisi Bahan Kampas Rem.....	59
Tabel 4.1 : Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Kampas Rem.....	64
Tabel 4.2 : Hasil Pengujian Keausan Bahan Kampas Rem.....	65

DAFTAR GAMBAR

No Keterangan	Halaman
<hr/>	
Gambar 2.1: Ilustrasi Rem Blok Ganda.....	10
Gambar 2.2: Ilustrasi Rem Cakera.....	11
Gambar 2.3: Kampas Rem Berbahan Baku Asbestos.....	12
Gambar 2.4: Kampas Rem Berbahan Baku Nonasbestos.....	13
Gambar 2.5: Fungsi Keausan Vs Waktu.....	22
Gambar 2.6: Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine.....	27
Gambar 2.7: Metode Pengujian Oghosi.....	27
Gambar 2.8: Metode Adhesive.....	29
Gambar 2.9: Metode Keausan Abrasif.....	31
Gambar 2.10: Metode Keausan Korosi.....	32
Gambar 2.11: Metode Keausan Erosi.....	32
Gambar 3.1 : Bambu Apus.....	53
Gambar 3.2: Proses Pengambilan Serat Bambu.....	54
Gambar 3.3: Oven <i>Hot plate type</i> HPA2240M.....	54
Gambar 3.4: <i>Geocrushertype</i> MN.931/8.....	55
Gambar 3.5: <i>Disk mill type</i> RETCH6EL-20-065R.....	55
Gambar 3.6: a) Sieving Ukuran 50 Mesh.....	56

b) Serbuk Tempurung Kemiri 50 Mesh.....	56
Gambar 3.7: Serbuk Aluminium (Al).....	57
Gambar 3.8: Polyester Resin.....	58
Gambar 3.9: Proses Pencampuran Bahan Kampas Rem.....	60
Gambar 3.10: Cetakan Sampel Berbentuk Silinder.....	60
Gambar 3.11: a) Pencetakan Sampel.....	61
b) Proses pengepresan.....	61
Gambar 3.12: a) Proses pengeringan sampel.....	62
b) Sampel diangin-anginkan.....	62
Gambar 3.12: a) Sampel uji kuat tekan.....	62
b) Sampel uji keausan.....	62

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Halaman
P	Kuat Tekan	kg/cm ² atau kg/mm ²	8
v	Kecepatan	m/s	8
μ_{pv}	Kapasitas Rem	kg.m/(mm ² .s)	8
ρ	Berat Jenis	kg/dm ³	19
b ₀	Lebar keausan benda uji	mm	27
B	Lebar piringan pengau	mm	28
W _o	Volume goresan aus	mm ³	28
W _s	Keausan Spesifik	mm ² /kg	28
R	Jari-jari piringan pengaus	mm	28
P	Beban tekan pengausan	kg	28
Q	Beban tekan pengausan	kg	28
l _o	Jarak tempuh pengausan	m	28
σ_c	Kekuatan tekan	kg/mm ²	33
P _{maks}	Beban tekan maksimum	kg	33
A	Luas penampang	mm ²	33
H _R	Kekerasan Rockwell	HR	36
h	Kedalaman injakan bola	mm	36

Hv	Kekerasan Vickers	VHN	37
d_m	Panjang rata-rata garis diagonal tekan	cm	37
F	Gaya tekan (beban)	kg	38
d	Diameter penampang	cm	39
π	phi		39



DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Penelitian Uji Kekerasan.....	L1
2. Data Hasil Penelitian Uji Keausan.....	L2
3. Surat Keterangan (SK).....	L3
1.SK Ujian Seminar Hasil Penelitian	L3
2. SK Ujian Komprehensif	L3
3. SK Ujian Munaqasyah	L3

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

ABSTRAK

Nama Penyusun : Muh. Asyraf Athif
NIM : 60400113016
Jurusan : Fisika
Judul Skripsi : “Uji Kuat Tekan dan Keausan Bahan Kampas Rem Dari Komposisi Tempurung Kemiri dan Serat Bambu”

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi terbaik bahan kampas rem dari serbuk tempurung kemiri dan serat bambu melalui pengujian kuat tekan dan keausan bahan kampas rem. Metode yang digunakan adalah penekanan langsung dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* dan Oghosi dengan menggunakan alat *Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine (type OAT-U)*. Bahan kampas rem terdiri dari serbuk tempurung kemiri dan serat bambu kemudian ditambahkan serbuk aluminium dan polyester resin dengan persen komposisi tertentu untuk setiap sampel. Adapun hasil penelitian ini adalah kelima sampel memiliki nilai keausan yang lebih rendah dari pasaran tetapi hanya sampel 4 dengan komposisi 15% serbuk tempurung kemiri, 30% serat bambu, 15% serbuk aluminium dan 40% polyester resin yang direkomendasikan sebagai bahan alternatif kampas rem sebab kekerasannya mendekati kekerasan bahan kampas rem pasaran yaitu 13,5 BHN dan keausannya yaitu $2,96 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$.

Kata kunci: Kuat tekan, Keausan, Serat Bambu, Tempurung Kemiri, Aluminium, dan Resin.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

ABSTRACT

Name : Muh. Asyraf Athif
ID Student : 60400113016
Major : Physics
Titel : “Strong Test of Pressure and Wear of Brush Material from the Composition of Shell Powder of Candlenut and Bamboo Fiber”

This research aims to find out the best composition of brake lining materials from the shell of candlelnut and bamboo fiber through hardness testing and wear and tear of brake lining materials. The method used is direct emphasis using the Universal Testing Machine and Oghosi tools using the High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U) Oghosi tool. Brake lining materials consist of shell powder of candlenut and bamboo fiber and then added aluminum powder and polyester resin with percent of specific composition for each sample. The results of this study were the five samples having lower wear value than the market but only the sample 4 with the composition of 15% of the shell powder of candlenut, 30% bamboo fiber, 15% aluminum powder and 40% polyester resin recommended as alternative material of brake lining because of its hardness close to the hardness of the material of brake lining of the market is 13.5 BHN and its wear is $2,96 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{kg}$.

Keywords: Strong Test of Pressure, Wear of Brush, Bamboo Fiber, Shell Powder of Candlenut, Aluminium Powder, and Resin.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bambu dan kemiri banyak dikenal masyarakat sebagai bahan yang multifungsi, bambu memiliki sifat fisik batang yang padat, lurus dan keras serta mudah dibelah sedangkan kemiri banyak digunakan sebagai rempah bumbu masakan. Di desa bambu sering digunakan sebagai alat perabot rumah tangga setelah dibentuk dengan teknik tertentu menghasilkan kursi bambu, meja bambu, tikar bambu sampai kepada rumah bambu. Akan tetapi seiring berkembangnya bahan logam yang digunakan sebagai bahan bangunan maka sudah jarang ditemukan penggunaan bambu dalam membangun sarana tempat tinggal karena sifat yang tidak tahan lama meskipun bambu memiliki kekerasan yang baik.

Bambu memang memiliki kelemahan pada sisi tahan lama akan tetapi karakteristik fisik yang kuat yang dimiliki oleh bambu terutama batang termasuk kulitnya berdampak baik sehingga bambu banyak dimanfaatkan oleh peneliti untuk dijadikan bahan alternatif terbarukan.

Hal yang serupa juga ditemukan pada kemiri, pada saat musim panen kemiri masyarakat khususnya petani kemiri banyak mengumpulkan buah kemiri selanjutnya memproses dengan mengeringkan terlebih dahulu dengan tingkat kekeringan tertentu sebelum dipecahkan tempurungnya. Setelah biji diambil dari

tempurungnya maka tempurung ini langsung dibuang sehingga otomatis akan menjadi limbah. Oleh karena banyaknya limbah yang dihasilkan dari kemiri ini mendorong banyaknya penelitian yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut.

Dewasa ini pemenuhan akan bahan berkarakteristik tertentu sangat diperlukan seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat. Berbagai bahan telah banyak digunakan dan dimodifikasi untuk menghasilkan bahan yang tepat guna dalam aplikasinya baik dalam bidang industri ataupun kebutuhan rumah tangga salah satunya adalah komposit. Bambu dan tempurung kemiri banyak dimanfaatkan sebagai bahan komposit. Material bambu merupakan bahan komposit yang ringan namun kuat. Serat-serat bambu kering dapat dimanfaatkan sebagai penguat resin karena strukturnya yang kaku begitupula tempurung kemiri yang kekerasannya juga dapat dimanfaatkan. karena bambu dan buah kemiri tersedia banyak serta mudah ditemukan di daerah. Oleh karena itu keunggulan yang diperoleh dengan mengambil bahan alam sebagai bahan komposit yaitu mudah didapat, tersedia dalam jumlah banyak, dan dapat diperbaharui. Kemudahan yang didapatkan ini membuat bahan serat alam seperti serat bambu dan limbah tempurung kemiri sangat cocok untuk diaplikasikan dalam pembuatan komposit alam yang ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi pencemaran tanah bila terbangun ke tanah.

Serat bambu dapat diperoleh dari sisa pembelahan bambu manual ataupun sisa pengolahan pabrik. Sedangkan limbah tempurung kemiri dapat diperoleh langsung dari petani dan tempat pengolahan biji kemiri salah satunya di desa labuaja, kecamatan cenrana kabupaten Maros. Nilai ekonomis dari serat bambu dan limbah tempurung kemiri ini dapat ditingkatkan dengan salah satu cara yaitu dengan membuatnya menjadi komposit.

Komposit dapat dijadikan bahan kampas rem disebut kampas rem organik yang dapat menggantikan bahan kampas rem yang komposisi utamanya dari bahan asbes sebab kampas rem yang sering dijumpai dipasaran kebanyakan bahannya terbuat dari bahan asbestos akan tetapi keunggulan bahan asbestos sebagai bahan yang murah dan mudah di dapat menemui kendala kebijakan internasional. Ada indikasi bahwa material asbestos dapat menyebabkan penyakit kanker.(Gunawan dkk, 2014).

Promuko pernah melakukan penelitian kampas rem organik dari komposisi serat bambu dan fiber gelas pada tahun 2016 dengan menguji ketahanan ausnya dan memperoleh hasil uji yang melebihi kampas rem pasaran, begitupula yang dilakukan oleh indra rahmatul 'ula (2015) yang menguji kampas rem organik dari komposisi serbuk tempurung kemiri dan menyatakan bahwa kampas rem tersebut layak digunakan.

Kampas rem yang terbuat dari bahan nonorganik seperti asbestos sangat mudah panas dan mudah blong ketika mencapai suhu gesekan yang tinggi.

Sedangkan kampas rem organik dapat menyerap panas dan mampu tahan terhadap suhu tinggi dari proses gesekan juga tidak mudah blong dan menimbulkan bunyi slip karena bahannya mampu kedap suara.

Bahan- bahan yang sering digunakan dalam membuat kampas rem yang fungsinya sebagai penguat antara lain *carbon*, *fiber glass*, serbuk aluminium dll. Serat-serat yang mengandung karbon salah satunya tempurung kemiri dapat dipadukan dengan serat bambu sebagai pengganti *fiber glass* untuk menghasilkan kampas rem yang memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan aus yang baik.

Berdasarkan uraian diatas bahwa dengan mencampurkan bahan serat bambu dan serbuk tempurung kemiri dengan suatu resin membentuk suatu komposit diharapkan memiliki peningkatan kekuatan mekanik yang lebih baik. Peneliti mencoba untuk memadukan kedua bahan tersebut yaitu serat bambu dan serbuk kulit tempurung kemiri sebagai pengganti *fiber glass* untuk menguji kuat tekannya dan ketahanan ausnya sebagai bahan kampas rem.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kuat tekan bahan kampas rem dari komposisi tempurung kemiri dan serat bambu?
2. Bagaimana keausan bahan kampas rem dari komposisi tempurung kemiri dan serat bambu?

3. Bagaimana komposisi bahan kampas rem terbaik dari tempurung kemiri dan serat bambu?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan bahan kampas rem dari komposisi tempurung kemiri dan serat bambu.
2. Untuk mengetahui nilai keausan bahan kampas rem dari tempurung kemiri dan serat bambu.
3. Untuk mengetahui komposisi terbaik bahan kampas rem dari tempurung kemiri dan serat bambu.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi peneliti, tetapi juga masyarakat dan pelaku bisnis di dalam rantai usaha pembuatan kampas rem, sebagai objek penelitian dan pihak lainnya yang berkepentingan. Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Untuk mahasiswa
 - a. Mahasiswa mampu mengembangkan inovasi terbaru dari serbuk tempurung kemiri dan serat bambu untuk mendapatkan kekuatan tekan dan aus kampas rem yang lebih baik.
 - b. Sebagai syarat pemenuhan tugas akhir untuk meraih gelar sarjana.

2. Untuk Masyarakat

Masyarakat diharapkan mendapatkan keuntungan dengan naiknya nilai ekonomis dari serat bambu dan limbah tempurung kemiri dengan mengetahui manfaat bahan tersebut sebagai bahan produk kampas rem organik.

I.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Bahan kampas rem terdiri dari serat bambu, serbuk tempurung kemiri, serbuk aluminium dan poliester resin
2. Komposisi bahan dibagi dalam persen tertentu sehingga mencapai 100 gram per sampel.
3. Uji bahan kampas rem dibagi menjadi dua yaitu uji kuat tekan menggunakan alat *universal testing machine*, dan uji keausan menggunakan alat *oghosi high speed universal wear testing machine* (type OAT-U).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Rem

Fungsi utama rem adalah menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Efek pengereman secara mekanis diperoleh dengan gesekan, dan secara listrik dengan serbuk magnet, arus pusar, fasa yang dibalik, arus searah yang dibalik atau penukaran kutub dll. Adapun rem gesekan dapat diklasifikasikan lebih lanjut atas:

- A. Rem blok, yang dapat dibagi lagi atas rem blok tunggal dan ganda.
- B. Rem drum.
- C. Rem cakera.
- D. Rem pita.

Dalam tulisan ini yang dibahas hanya rem blok tunggal dan ganda serta rem cakera karena rem jenis ini saja yang paling banyak digunakan untuk kendaraan bermotor.

A. Rem blok tunggal

Dalam perencanaan rem, persyaratan penting yang harus dipenuhi adalah besarnya momen pengereman yang harus sesuai dengan yang diperlukan. Di samping itu, besarnya energi yang dirubah menjadi panas harus pula diperhatikan, terutama dalam hubungannya dengan bahan gesek yang dipakai,

pemanasan yang berlebihan bukan hanya akan merusak bahan lapisan rem tetapi juga akan menurunkan koefisien geseknya.

Jika gaya tekan rem persatuan luas adalah P (kg/mm^2) dan kecepatan keliling drum rem adalah v (m/s) maka kerja gesekan persatuan luas permukaan gesek persatuan waktu, dapat dinyatakan dengan μpv ($\text{kg.m}/(\text{mm}^2.\text{s})$). Besaran ini disebut kapasitas rem. Bila suatu rem terus menerus bekerja, jumlah panas yang timbul pada setiap l (mm^2) permukaan gesek tiap detik adalah sebanding dengan besarnya μpv . Dalam satuan panas, besaran tersebut dapat ditulis sebagai $\mu pv/860$ ($\text{Kcal}/(\text{mm}^2.\text{s})$). Bila besarnya μpv pada suatu rem lebih kecil daripada harga batasnya, maka pemancaran panas akan berlangsung dengan mudah, dan sebaliknya akan terjadi bila harga tersebut melebihi batas, yang dapat mengakibatkan rusaknya permukaan gesek.

Harga batas yang tepat dari μpv tergantung pada macam dan konstruksi rem serta bahan lapisannya. Namun demikian, pada umumnya kondisi kerja juga mempunyai pengaruh seperti berikut:

1. $0,1$ [$\text{kg.m}/(\text{mm}^2.\text{s})$] atau kurang untuk pemakaian jarang dengan pendinginan radiasi biasa.
2. $0,06$ [$\text{kg.m}/(\text{mm}^2.\text{s})$] atau kurang untuk pemakaian terus menerus.
3. $0,3$ [$\text{kg.m}/(\text{mm}^2.\text{s})$] atau kurang jika radiasi panas sangat baik.

Drum rem biasanya dibuat dari besi cor atau baja cor. Blok rem merupakan bagian yang penting. Dahulu biasa dipakai besi cor, baja liat,

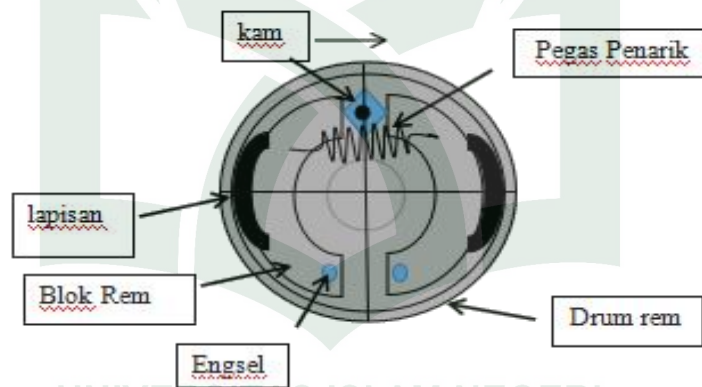
perunggu, kuningan, tenunan asbes, pasta asbes, serat, kulit, dll. untuk bahan gesek, tetapi akhir-akhir ini banyak dikembangkan bahan gesek dari damar, serbuk logam, dan keramik. Bahan yang menggunakan tenunan atau tenunan istimewa terdiri dari tenunan asbes sebagai kerangka, dengan plastik cair atau minyak kering yang diserapkan sebagai perekat, dan dikeraskan dengan cetak panas atau perlakuan panas. Damar cetak dan setengah logam umumnya hanya berbeda dalam hal kadar serbuk logamnya. Keduanya dibuat dengan mencampurkan serat pendek dari asbes, plastik serbuk, dan bahan tambahan berbentuk serbuk, kemudian dibentuk. Cara ini mempunyai keuntungan karena susunannya dapat dirubah sesuai dengan keperluan. Bahan gesek logam, logam-keramik, dan keramik tidak mengandung asbes sama sekali. Cara membuatnya adalah dengan mengepres dan membentuk satu macam atau lebih serbuk logam atau serbuk keramik, dan mengeraskannya pada temperatur dibawah titik cair bahan yang bersangkutan.

Selain itu, bahan rem harus memenuhi persyaratan keamanan, ketahanan, dan dapat mengerem dengan halus. Disamping itu juga harus mempunyai koefisien gesek yang tinggi, keausan yang kecil, kuat, tidak melukai permukaan drum, dan menyerap getaran.

B. Rem blok ganda

Rem blok tunggal agak kurang menguntungkan karena drum mendapat gaya tekan hanya dalam satu arah hingga menimbulkan momen lentur yang

besar pada poros serta gaya tambahan pada bantalan. Kekurangan tersebut dapat diatasi jika dipakai dua blok rem yang menekan drum dari dua arah yang berlawanan, baik dari sebelah dalam atau dari sebelah luar drum. Rem semacam ini disebut rem blok ganda. (lihat gambar 2.1). Rem dengan blok yang menekan dari luar dipergunakan untuk mesin-mesin industri dan kereta rel yang pada umumnya digerakkan secara numatik, sedangkan yang menekan dari dalam dipakai pada kendaraan jalan raya yang digerakkan secara hidrolik.

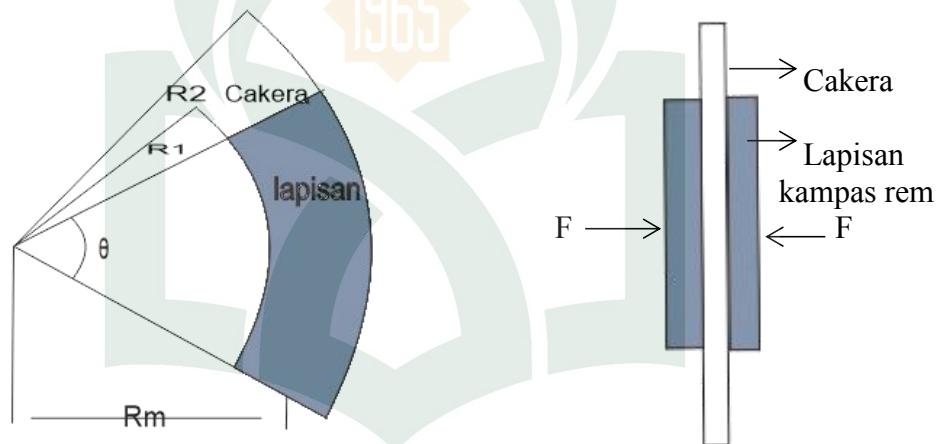


Gambar 2.1: Ilustrasi rem blok ganda

C. Rem Cakera

Rem cakera terdiri atas sebuah cakera dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman (lihat gambar 2.2). Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, dll, sehingga sangat banyak dipakai untuk roda

depan. Adapun kelemahannya adalah umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder rem yang besar pada roda namun memiliki faktor efektifitas rem (FER) terendah dibanding rem lainnya karena pemancaran panas yang sangat baik sehingga banyak dipakai. Gambar 2.2 menunjukkan gambar ilustrasi rem cakera dimana R adalah jari-jari piringan (cm), F adalah gaya tekan kampas rem terhadap cakera dan θ adalah sudut yang dibentuk dari pusat cakera. (Sularso dan Suga, 1997 :79-91)



Gambar 2.2: Ilustrasi rem cakera

2.2 Kampas Rem

Kampas rem merupakan sebuah kepingan yang dipasang pada piringan cakram motor atau mobil untuk memperkecil laju kendaraan tersebut ketika sedang berjalan. Dalam pembuatan kampas rem terbagi atas dua komposisi, ada kampas rem anorganik adapula kampas rem organik.

1. Kampas rem anorganik

Kampas rem dari bahan asbestos hanya memiliki satu jenis fiber yaitu asbes yang merupakan komponen yang menimbulkan karsinogenik. Akibat dari perbedaan ini makanya kampas rem asbestos (lihat gambar 2.3) memiliki kelemahan dalam kondisi basah, hal ini bahwa rem asbestos akan blong (*fading*) pada temperatur 250°C karena asbestos hanya terdiri dari satu jenis fiber, ketika kondisi basah bahan tersebut akan mengalami efek licin seperti menggesekkan jari diatas kaca basah (licin atau tidak pakem). Bahan baku kampas rem asbestos ; asbestos 40 s/d 60 %, resin 12 s/d 15 %, BaSO_4 14s/d 15%, sisanya karet ban bekas, tembaga sisa kerajinan, *frict dust*, dan metal.



Gambar 2.3: Kampas rem berbahan baku asbestos

2. Kampas rem non asbestos/ organik

Kampas rem nonasbestos biasanya terbuat dari serat *kevlar/aramid*, *rockwool*, *fiberglass*, *steel fiber*, *carbon*, *potasium titanate*, *graphite*, *celullose*, *vemiculate*, BaSO_4 , *resin*, dan *nitrile butadine rubber*. Material jenis ini masih digunakan oleh semua produk original baik dari jepang

maupun dari eropa. Kampas rem jenis ini memiliki kelebihan yaitu tidak menimbulkan licin dan stabil (tidak blong/*fading*) pada saat kampas dan rotor mengalami kontak dan dapat bertahan pada suhu sampai 360⁰ C. Jenis kampas rem nonasbestos menggunakan lebih dari duabelas jenis material sehingga umur pakai kampas rem jenis ini relatif lama dan gesekan yang timbul pada saat terjadi kontak tidak berpengaruh pada kampas dan rotor meskipun pada temperatur tinggi. Kampas rem nonasbestos ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4: Kampas rem berbahan baku nonasbestos

(Syawaluddin dan Setiawan: 3-4)[t.th]

2.3 Serat Bambu

Bambu memiliki komponen lignoselulosa berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan serat bambu, sehingga perlu adanya proses pemisahan lignin dan hemiselulosa untuk mendapatkan selulosa. Delignifikasi merupakan proses penghilangan lignin pada bahan lignoselulosa. Serat bambu dapat diperoleh dengan cara biologis, mekanis, maupun kimiawi. Proses pemisahan serat bambu secara

biologis adalah dengan cara menghancurkan bambu lalu dilanjutkan dengan penambahan enzim alami. Proses mekanis dilakukan dengan cara menghancurkan bambu dan penambahan enzim. Sedangkan proses kimia salah satunya dilakukan dengan penambahan bahan kimia NaOH (*Natrium Hidroksida*) dan CS₂ (*Carbon disulfide*) (Suparno, 2017).

Menurut (Jia-Jia (2012) dalam Suparno,2017) mengatakan bahwa penggunaan bahan-bahan kimia akan berdampak buruk bagi kesehatan dan serat yang diperoleh tidak boleh digunakan sebagai bahan tekstil seperti pakaian. Berdasarkan dampak yang ditimbulkan oleh metode kimia maka metode biologis merupakan pilihan yang paling tepat untuk memperoleh serat bambu.

Penelitian yang dicantumkan dalam Chandra (2015) yaitu pemanfaatan material bambu sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal pengganti material kayu untuk armada kapal rakyat yang beroperasi di daerah maluku. Material yang digunakan adalah bambu apus dan bambu petung yang dimana modulus elastisitas bambu apus lebih besar daripada bambu petung. Bambu apus memiliki modulus elastisitas sebesar 23171,66 Mpa, dan bambu petung mempunyai modulus elastisitas sebesar 14439,64 Mpa.

Yoresta (2013) mengatakan bahwa pengujian kelenturan bambu dibagi menjadi dua tipe berdasarkan posisi kulit bambu ketika pengujian dilakukan. Tipe 1 adalah pengujian dengan kulit bambu berada dibagian atas atau daerah tekan dan tipe 2 adalah pengujian dengan kulit bambu berada dibagian bawah

atau daerah tarik. Pengujian dengan sifat mekanis lentur dilakukan dengan pembebanan terpusat ditengah bentang (*one point center loading*).

Berbeda dengan material beton dan baja, bambu sebagai material alami memiliki komposisi penyusun yang terdiri dari sekitar 40% serat, 50% parenkim, dan 10% sel penghubung. Kondisi ini menjadikan bambu berperilaku sebagai material komposit ketika menerima beban luar sehingga memiliki kekuatan yang relatif tinggi. Kekuatan tarik bambu relatif tinggi dan dapat mencapai 370 MPa (Wonlele,2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik sejajar serat bambu petung adalah 230,90 Mpa atau 2309,00 kg/cm². Nilai ini jauh melebihi tegangan ijin tarik sejajar serat kayu kelas kuat I dan kayu jati yang masing-masingnya adalah 130 kg/cm² dan 110 kg/cm² (PKKI,1961). Pengujian kuat tarik bambu petung menggunakan sampel bagian dalam dan bagian luar memperlihatkan nilai tegangan berturut-turut adalah 970 kg/cm² dan 2850 kg/cm². Perbedaan nilai ini jelas menerangkan bahwa kulit bambu memberikan kontribusi yang besar terhadap kekuatan tarik.

Karakteristik kimia bambu terdiri atas kadar holoselulose, selulosa, hemiselulosa, lignin klason, dan zat ekstraktif. Kadar zat ekstraktif bambu kuning pada pelarut etanol benzena 2:1 adalah sebesar 3,77%. Bambu hitam memiliki kadar ekstraktif lebih tinggi dibanding bambu kuning, yaitu 4,12%. Kandungan holoselulosa yang dimiliki bambu hitam lebih rendah dibandingkan

dengan bambu kuning, yaitu 64,43%. Bambu tali memiliki kandungan zat ekstraktif paling tinggi dibandingkan dengan dua jenis bambu lainnya yaitu 4,45%. Menurut Chandra (2015) mengemukakan bahwa variasi fraksi volume serat mempengaruhi kekuatan bending komposit.

2.4 Tempurung Kemiri

Tanaman kemiri minyak (*reutialis trisperma* (blanco) ayri shaw) saat ini mulai ramai diperbincangkan. Pada awalnya nama ilmiah untuk kemiri minyak adalah *auleurites trisperma* sebagaimana yang dipromosikan oleh Blanco dalam buku *flora of philippines* tahun 1837 halaman 75 dengan tipe spesimen yang dikoleksi oleh Dr. E.D Merrill, spesies Blancoanae no. 145 (iso-tipe berada di Herbarium Bogoriense). saat ini nama ilmiah yang paling tepat untuk kemiri minyak adalah *reutialis trisperma* (Blanco) Airy shaw dalam Kew Bull. 20:395 (1967), sinonim *auleurites trisperma* Blanco. Dengan demikian secara taksonomi tanaman kemiri minyak berada dalam marga sendiri yaitu *reutealis* airy shaw.

Marga *reutealis* sangat dekat dengan *auleurites* dan marga *vernica*. Tanaman kemiri minyak berbentuk pohon dengan mahkota yang sangat rindang dengan ranting yang sangat banyak dan memiliki perakaran yang dalam. Tinggi tanaman dapat mencapai lebih dari 15 meter dengan diameter batang lebih dari 60 cm.

Di Indonesia tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*. Wild) tersebar di hampir seluruh kawasan nusantara dengan produksi biji pada tahun 2003 mencapai sekitar 79.173 ton. Biji kemiri terdiri dari kulit biji (tempurung) dan daging biji (karnel) dengan perbandingan 3:7. Dalam pengolahan biji kemiri dihasilkan tempurung kemiri yang memiliki sifat keras dengan nilai kalor 4164 kal/g sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar, mengingat potensi tempurung kemiri cukup besar maka peneliti banyak memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Setiap bahan yang mengandung karbon asalkan berpori dapat dibuat arang aktif. (Herman, dkk. 2013:2-3)

Adapun analisa kandungan tempurung kemiri ditunjukkan dalam tabel berikut. Analisa unsur menunjukkan bahwa kandungan unsur karbon dalam jumlah yang berdekatan dengan kandungan bahan lignoselulosa lainnya seperti kayu dan biji ceri.

Tabel 2.1: Analisa unsur tempurung kemiri

Unsur	Kemiri %	Kayu %	Biji ceri %
C	47.52	46.16	51.08
H	5.81	5.77	6.49
N	0.16	0.80	0.38
S	-	-	0.02
O	46.51	37.87	42.3

(Turmuzi, 2005:22)

2.5 Polyester Resin

Dalam pembuatan papan partikel perekat bertindak sebagai matrik yang berfungsi sebagai:

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
2. Melindungi serat dari gesekan secara mekanik.
3. Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
4. Melindungi dari lingkungan yang merugikan.

(Nugroho,2016)

Poliester resin merupakan salah satu bahan sintetik yakni duroplastik (duromer) yaitu bahan sintetik yang tidak akan lunak dengan bertambahnya suhu, seperti aminoplastik, phenoplastik dan resin epoxid. Adapun karakteristiknya menurut Wintergerst dalam Nieman (1994) bahwa kekuatannya tinggi dengan tambahan serat gelas, yang penggunaannya sering diaplikasikan pada cetakan, plat, perkakas dengan serat gelas, lak dan komponen mesin. Menurut penulis banyak serat yang dapat dijadikan bahan untuk menambah kekuatan dari duroplastik ini bukan hanya serat gelas saja.

2.6 Serbuk Aluminium (Al)

1. Sifat Aluminium

Serbuk aluminium memiliki banyak manfaat diantaranya adalah dapat digunakan sebagai komponen otomotif karena tahan terhadap korosi dan mudah dibentuk, bahan konstruksi karena awet dan ringan, pembungkus makanan

karena tidak terkontaminasi racun, transmisi listrik dan produk peralatan makanan karena sifatnya yang tahan panas serta dapat dengan mudah didaur ulang (Anonim, 2017).

Berat jenis yang rendah ($\rho = 2.7.....2,85 \text{ kg/dm}^3$) dan kekuatan yang relatif tinggi dari paduan aluminium adalah faktor-faktor yang menyebabkan penggunaannya untuk motor yang bergerak (mobil) dan alat-alat rumah tangga serta untuk bagian yang bergerak cepat, piston dan batang engkol. Juga digunakan untuk rumah (*housing*) dan pembalutan (*clodding*), yakni bagian yang tidak memerlukan kekuatan yang penuh. Faktor positif lainnya adalah sifat penghantar listrik dan panas yang baik. Al jika dipijarkan sampai plastis akan lunak (tarik dalam), tetapi kekuatannya sangat bertambah bila dikerjakan dingin. Pada suhu 100^0 C kekuatan ini menurun drastis, tetapi pada suhu rendah akan naik lagi. Al bersifat non-magnetik, konduktor listrik yang baik dan juga konduktor panas. Al juga mereflesi panas dan sinar (Isolasi alfol), dapat di las tetapi sukar disolder sebab adanya lapisan *oxid*. Jika dilihat dari ketahanan korosi Al tidak berkarat seperti besi karena adanya lapisan pelindung di permukaannya. Al tahan terhadap air murni, asam fosfat encer, asam nitrat konsentrat, dioksidasi belerang dan senyawa nitrogen lainnya, tetapi tidak tahan air laut, asam anorganik, soda, mortar dan beton. Pada titik temu dengan logam lain, Al perlu di cat atau diisolasi untuk mencegah terjadinya perusakan elektrolitis. Al dapat dibalut dan di anodasi (oksidasi elektris). Dalam pembuatan

bahan kampas rem Al sangat liat bila dicampurkan dengan polyester resin namun kekuatannya meningkat dan daya ikat satu sama lain sangat bagus.(Nieman,1994)

Amanto dan Daryanto (2003) mengatakan bahwa atom aluminium(Al) pada dasarnya terlalu kuat bergabung dengan oksigen dan disebut aluminium oksid. Bijih tambang untuk aluminium adalah bauksit. Aluminium mempunyai daya gabung yang tinggi terhadap oksigen dan karena itu sifat aluminium dikatakan bahwa mudah sekali mengoksidasi (berkarat), tetapi dalam kenyataannya, mempunyai daya tahan karat yang sangat baik. Hal itu disebabkan oleh lapisan tipis akan tetapi jenuh oksigen yang terbentuk pada permukaan akan melindunginya dari serangan atmosfer berikutnya. Disamping sifat tahan karat yang baik, aluminium mempunyai sifat penghantar panas yang tinggi. Selain itu, sifat aluminium sebagai penghantar listrik yang baik dan mudah ditempa (*malleability*) memungkinkan dibuat dalam bentuk lembaran yang tipis. Berat jenis aluminium sangat rendah, sekitar 1/3 dari berat jenis besi/baja. Aluminium paduan mempunyai tegangan tarik yang tinggi sebanding dengan paduan bukan besi lainnya dan juga sebanding dengan beberapa baja.

2. Paduan material dengan pemanasan

Pendinginan yang ditahan pada suhu kamar selama beberapa hari tanpa pemanasan berikutnya, menaikkan kekuatan dan kekerasan bahan secara seimbang. Kenyataan ini disebut *age hardening* (keras karena waktu). Dalam hal

ini tidak kelihatan adanya perubahan mikrostruktur, sehingga sulit untuk mengetahui sebab-sebabnya. *Precipitation hardening* juga digunakan untuk meningkatkan hasil kekerasan, dengan pemanasan dan perlakuan seperti pada *age hardening*. Paduan dipanaskan pada suhu tertentu (sekitar 500⁰ C) dalam jangka waktu yang pendek, sehingga larutan padat menjadi seragam susunannya kemudian segera didinginkan pada air dingin. Hasil dari perlakuan dengan pendinginan yang cepat ini menyebabkan partikel pada paduan logam tersebut tidak ada kesempatan untuk memisah. Pemanasan berikutnya selama beberapa jam dengan suhu lebih kurang 160⁰ C dimana kekuatan dengan kekerasan akan meningkat dengan seimbang. Harus dihindari penggunaan suhu yang terlampau tinggi dalam proses ini karena apabila hal ini terjadi akan menyebabkan sifat mekaniknya turun. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksa suhu yang teliti selama pemanasan. (Amanto dan Daryanto, 2003:119-121)

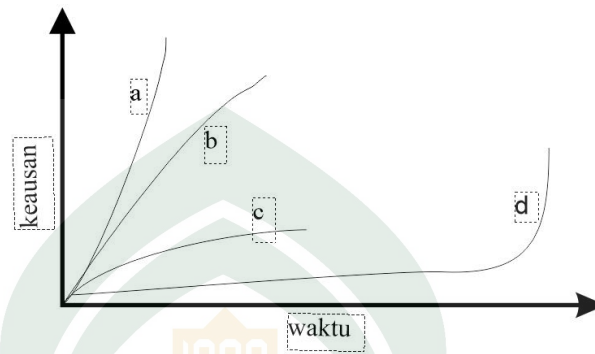
2.7 Keausan

Jarang sekali orang menyadari bahwa keausan mekanis lebih merugikan dari patah atau korosi. Untuk seorang desainer, keausan akan menurunkan kemampuan mesin dan membawa akibat sampingan seperti panas, bunyi, berisik, boros energi dan harus sering di servis.

1. Analisa keausan

Umumnya pengetahuan di bidang keausan (*abrasion*) terdiri dari pengalaman-pengalaman. Macam keausan dan pengaruhnya menurut

pokok-pokok a sampai c dapat kita analisa untuk dibandingkan dengan keausan yang serupa.



Gambar 2.5: Fungsi keausan vs. waktu (skematis)

- a. Keausan luncur dengan tendensi “dimakan”.
 - b. Keausan luncur dengan tendensi “penyusutan”.
 - c. Keausan karena rol, kering.
 - d. Sama dengan c, tetapi dengan bahan pelumas (timbul lubang-lubang kecil).
- A. Macam-macam keausan.

Dalam teknik mesin, gerakan-gerakan yang dapat menimbulkan keausan terutama disebabkan karena:

1. luncur pada bantalan luncur, roda gigi, peluncur, penghancur dan sebagainya.
2. Keausan rol (gelinding) pada bantalan rol, runer, impeler, nok, roda gigi dan sebagainya.
3. Keausan semburan (jet, *turbine*, siku pipa) ,dan

4. Keausan isap (kavitasi pada turbin air).

Juga faktor yang perlu diperhatikan apakah keausan itu terjadi dalam keadaan dilumasi atau kering atau adanya partikel (debu mineral). Lebih lanjut dibedakan keausan yang disebabkan oleh mineral (batu, tanah, dan biji besi) yang berakibat lebih parah dibanding dengan keausan yang disebabkan oleh bahan lain. Kemudian dapat ditentukan macam keausan dari pasangan bahan, tanda-tanda keausan (lihat pokok b) dan proses keausan dan lain-lain. Dapat juga terjadi berbagai macam keausan secara serempak.

B. Tanda-tanda keausan.

Dalam keausan luncur dapat timbul permukaan kasar atau butir-butir halus karena oksidasi dan juga terjadi deformasi plastis, tanda “gigitan tikus” dan lepasnya lapisan permukaan. Debu korosi dapat ikut tersisip diantara dua bagian luncur. Tanda-tanda seperti deformasi plastis, retak (*crack*), *pitting*, dan kepingan yang berlapis yang rapuh, bekas karena benda-benda asing menunjukkan terjadinya keausan rol. Keausan sembur dan isap ditandai dengan erosi dari terjadinya lubang-lubang.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan

1. Dari pasangan bahan (karakteristik dari bahan pasangan tersebut baik bentuk, kelicinan, kepadatan dan kekerasan permukaan)

2. Dari bahan perantara (fluida, butir debu, butir abrasi)
 3. Dari beban khusus (gas, udara, dsb)
 4. Dari pergerakan (macam gerakan dan kecepatan).
3. Tendensi dari keausan yaitu faktor-faktor pencegah keausan dapat diambil dari kurva keausan terhadap waktu seperti yang terlihat pada gambar 2.5 diatas selain itu adapula pembebanan, kecepatan, pasangan bahan kerja dan kekerasan permukaan.

2.8 Pengurangan Keausan

Berdasarkan analisa keausan dapat kita tarik kesimpulan bagaimana caranya untuk mengurangi keausan dan petunjuk-petunjuk untuk melakukan percobaan yang tepat. Secara umum dianjurkan:

1. Pasangan bahan yang ideal, biasanya kemapanan terhadap keausan dapat dicapai dengan menggunakan bahan tahan aus (menurut OBERLE, ketahanan akan naik secara proporsional dengan kekerasan atau modulus elastisitas) atau lebih tepatnya penurunan keausan dengan pasangan bahan yang ideal. Maksud ideal adalah kekerasan satu dengan lainnya saling bersinergi. Tapi perlu dicatat, hanya dalam kondisi tertentu pasangan tersebut mapan terhadap keausan.
2. Gerakan anti aus misalnya penyekat tanpa sentuh, penyekat labirin lebih baik daripada penyekat luncur (*sliding seal*) pada roda gigi dengan gigi-gigi kecil dan sudut tolak yang besar pada sambungan dengan sambungan pegas bukan

dengan sambungan pasak, gerakan rol bukan gerakan luncur dan hindari gesekan kering.

3. Penurunan gaya yang menimbulkan keausan misalnya dengan mengurangi gaya bidang datar, kecepatan dan pemilihan bentuk yang ideal. Juga penurunan faktor gesek dengan permukaan yang licin. (penting dalam bantalan luncur), pelumasan yang baik dan penyekat yang lebih aman untuk mencegah masuknya partikel asing dan alur pembuangan debu dan sisa gesekan.
4. Menjaga batas suhu maksimum, misalnya pelumasan bagi bahan sintetik dan sebagainya.
5. Pengurangan akibat-akibat keausan misalnya dengan tambahan penyetel khusus atau mengarahkan keausan hanya pada bagian-bagian yang mudah diganti. Keausan dapat dikurangi dengan melas, pelapisan logam (verchrom) dan sebagainya. (Nieman, 1994: 29-30)

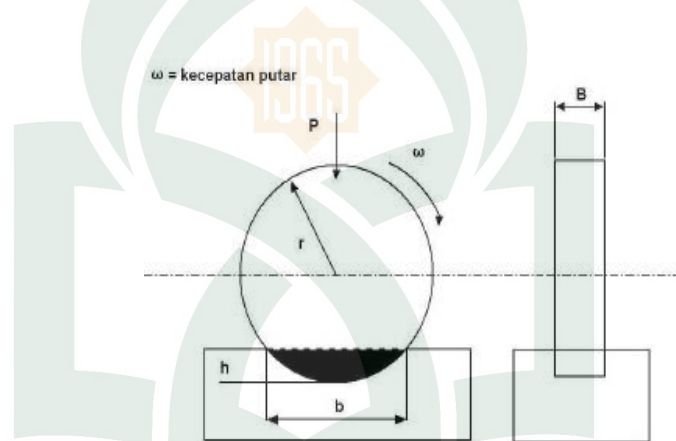
2.9 Uji Keausan

Suatu komponen struktur dan mesin agar berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya sangat tergantung pada sifat-sifat yang dimiliki material. Material yang tersedia dan dapat digunakan oleh para *engineer* sangat beraneka ragam, seperti logam, polimer, keramik, gelas, dan komposit. Sifat yang dimiliki oleh material terkadang membatasi kinerjanya. Namun demikian, jarang sekali kinerja suatu material hanya ditentukan oleh satu sifat, tetapi lebih kepada kombinasi dari beberapa sifat. Salah satu contohnya adalah ketahanan-aus (*wear*

resistance) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (kekerasan, kekuatan, dll), friksi serta pelumasan. Oleh sebab itu penelaahan subyek ini yang dikenal dengan nama ilmu tribologi. Keausan dapat didefinisikan sebagai rusaknya permukaan padatan, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan (friksi) antar permukaan padatan. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Keausan merupakan hal yang biasa terjadi pada setiap material yang mengalami gesekan dengan material lain. Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan oleh mekanisme yang beragam. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah metode ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terkelupas dari benda uji. Alat uji keausan dapat dilihat pada gambar 2.6. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara *revolving disc* dan benda uji diberikan oleh gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.6: *Oghosi high speed universal wear testing machine (type OAT-U)*



Gambar 2.7: Metode pengujian oghosi

Dengan B adalah tebal *revolving disc* (mm), r jari-jari *disc* (mm), b_0 lebar celah material yang terabrasi (mm), ω adalah kecepatan putaran *disc* (rpm), P adalah beban tekan pada *disc* (kg), dan h adalah kedalaman injakan (mm). maka dapat diturunkan besarnya volume material yang terabrasi.

$$W_0 = \frac{B.b_0^3}{12.R} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$W_s = 1,5 \times \frac{W_0}{P \times l_0} \dots\dots\dots(2.2)$$

(Dewi dan Soekrisno.2015)

$$W_s = \frac{B.b_0^3}{8.R.Q.l_0} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

W_s = Keausan spesifik (mm^2/kg)

W_0 = Volume yang tergores (mm^3)

B = Lebar piringan pengaus (mm)

b_0 = Lebar keausan pada benda uji (mm)

R = Jari-jari piringan pengaus (mm)

$Q=P$ = Beban tekan pada proses keausan berlangsung (kg)

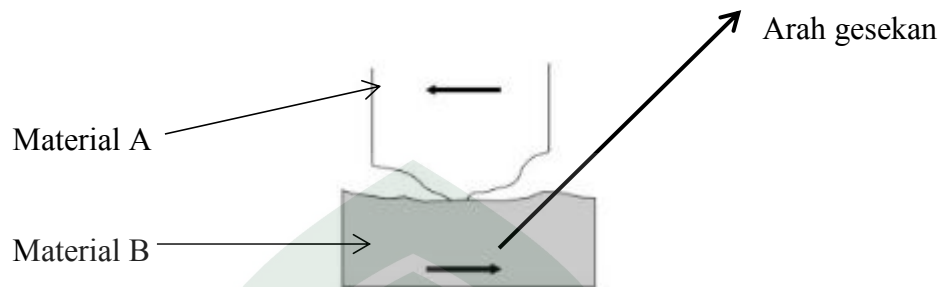
l_0 = jarak tempuh pada saat proses pengausan (m)

(Qurahman, dan Syarifuddin.2016)

2.10 Jenis- Jenis Keausan

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian pengantar, material jenis apapun akan mengalami keausan dengan mekanisme yang beragam, yaitu keausan *adhesive*, keausan *abrasive*, keausan fatik, dan keausan oksidasi. Dibawah ini diberikan penjelasan ringkas dari mekanisme-mekanisme tersebut. Mekanisme keausan terdiri dari:

1. Keausan *adhesive* (*Adhesive wear*)



Gambar 2.8 : Metode *adheshive*

Terjadi bila kontak permukaan dari dua material (material A dan B) atau lebih mengakibatkan adanya perlekatan satu sama lainnya (*adhesive*) serta deformasi plastis dan pada akhirnya terjadi pelepasan atau pengoyakan salah satu material seperti di perlihatkan pada gambar 2.8 di atas. Faktor yang menyebabkan *adhesive wear* :

- a. Kecenderungan dari material yang berbeda untuk membentuk larutan padat atau senyawa intermetalik.
- b. Kebersihan permukaan.

Jumlah wear debris akibat terjadinya aus melalui mekanisme adhesif ini dapat dikurangi dengan cara ,antara lain :

1. Menggunakan material keras.
2. Material dengan jenis yang berbeda, misal berbeda struktur kristalnya.

2. Keausan abrasif (*Abrasive wear*)

Terjadi bila suatu partikel keras (*asperity*) dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.9 di bawah ini. Tingkat keausan pada mekanisme ini ditentukan oleh derajat kebebasan (*degree of freedom*) partikel keras atau *asperity* tersebut.

Sebagai contoh partikel pasir *silica* akan menghasilkan keausan yang lebih tinggi ketika diikat pada suatu permukaan seperti pada kertas amplas, dibandingkan bila partikel tersebut berada di dalam sistem *slurry*. Pada kasus pertama, partikel tersebut kemungkinan akan tertarik sepanjang permukaan dan akhirnya mengakibatkan pengoyakan. Sementara pada kasus terakhir, partikel tersebut mungkin hanya berputar (*rolling*) tanpa efek abrasi.

Faktor yang berperan dalam kaitannya dengan ketahanan material terhadap *abrasive wear* antara lain:

1. Material *hardness*
2. Kondisi struktur mikro
3. Ukuran abrasif
4. Bentuk abrasif merupakan bentuk kerusakan permukaan akibat *abrasive wear*,

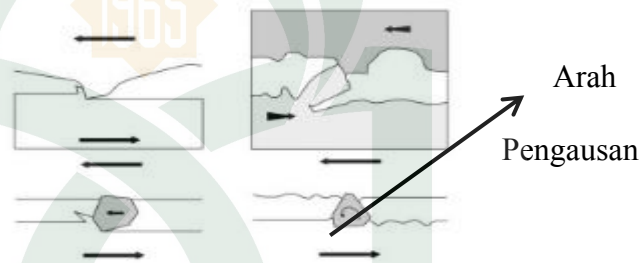
antara lain :

a. *Scratching* (menggores)

b. *Scoring* (membekas)

c. *Gouging* (mencungkil)

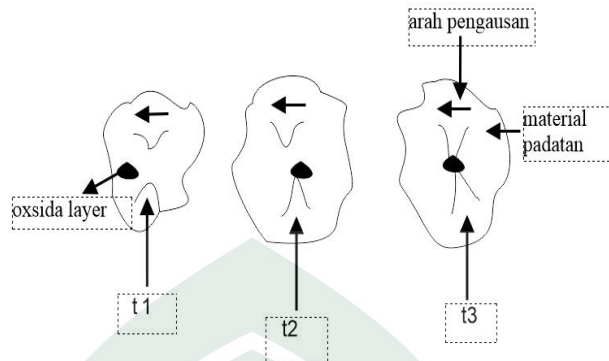
Hanya satu interaksi, sementara pada keausan fatik dibutuhkan interaksi multi. Keausan ini terjadi akibat interaksi permukaan dimana permukaan yang mengalami beban berulang akan mengarah pada pembentukan retak-retak mikro. Retak-retak mikro tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material. Tingkat keausan sangat bergantung pada tingkat pembebanan. Gambar 2.9 memberikan skematis metode keausan abrasif :



Gambar 2.9: Metode keausan abrasif

3. Keausan oksidasi/korosif (*Corrosive wear*)

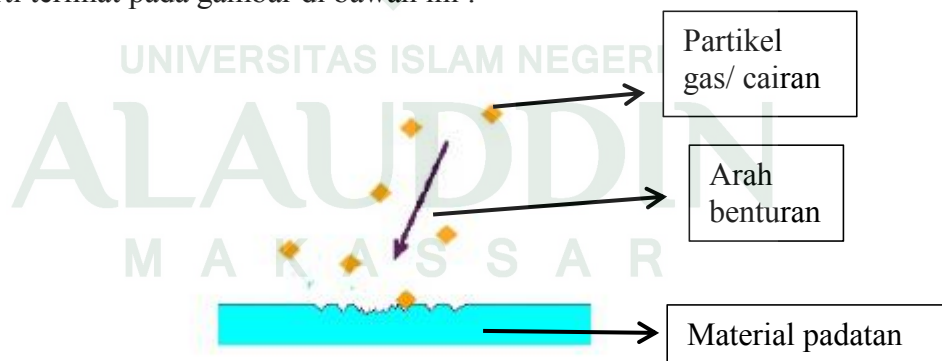
Proses kerusakan dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di permukaan oleh faktor lingkungan. Kontak dengan lingkungan ini menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material akan mengarah kepada perpatahan *interface* antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut. Gambar 2.10 menunjukkan metode keausan korosif dimana material padatan bereaksi dengan oksida tertentu membentuk lapisan oksida dalam rentang waktu tertentu (t_1 , t_2 dan t_3).



Gambar 2.10: Metode keausan korosi

4. Keausan erosi (*Erosion wear*)

Proses erosi disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. Jika sudut benturannya kecil, keausan yang dihasilkan analog dengan *abrasive*. Namun, jika sudut benturannya membentuk sudut gaya normal (90°), maka keausan yang terjadi akan mengakibatkan *brittle failure* pada permukaannya, skematis pengujiannya seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.11 : Metode Keausan Erosi

Adapun nilai standar keausan bahan kampas rem pasaran adalah $0,00014 \text{ mm}^2/\text{kg}$.

2.11 Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk bertahan dari proses abrasi (gesekan) atau tekanan kedalam (indentasi) oleh benda keras lain. Benda yang keras tersebut ditekan kedalam spesimen menggunakan beban standar dan besar dari indentasi (baik itu area maupun kedalaman) digunakan sebagai ukuran kekerasan material tersebut. (Asroni dan Nurkholis, 2016).

1. Sifat-sifat mekanik bahan

Sifat-sifat mekanik bahan polimer adalah khas dengan kelakuan viskoelastiknya yang dominan. Sebagai contoh, pemelaran (*creep*) dan relaksasi mudah terjadi.

2. Sifat-sifat pada penekanan

Beban tekan bekerja kebalikan beban tarik. Karena bahan polimer mempunyai cacat yang kecil atau mengandung zat pengisi tertentu, maka bahan polimer dapat mengalami deformasi yang besar, umumnya kekuatan tekan lebih besar daripada kekuatan tarik dan modulus elastik untuk tekan juga lebih besar daripada untuk tarik. Kekuatan tekan didapat dari persamaan:

$$\sigma_c = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

P_{maks} adalah beban tekan maksimum yang menyebabkan bahan hancur dan A adalah luas penampang (mm^2). Kebanyakan resin termoset dan resin termoplastik termasuk bahan yang berdeformasi banyak, mulur

tetapi tidak mudah patah. Sama seperti sifat-sifat yang lainnya, titik mulur, tegangan patah, modulus elastik untuk tekan berkurang dan regangan patah cenderung bertambah sesuai dengan naiknya temperatur dan kelembaban. Terutama bahan termoplastik sangat dipengaruhi panas.

A. Kekuatan impak

Kekuatan impak adalah suatu kriteria penting untuk mengetahui kegetasan bahan polimer. Pengujian impak charphy, izod, dst umum dipakai. Untuk melihat pengaruh takikan ada cara pengujian dengan takikan pada batang uji. Karena dalam beberapa kasus laju pembebanan tidak dapat ditetapkan dengan baik, maka perlu hati-hati dalam membandingkan hasil satu sama lain. Umumnya kekuatan impak bahan polimer lebih kecil daripada kekuatan impak logam. Kalau ikatan antar molekul kuat, atau berat molekul besar, kekuatan impak biasanya besar, tetapi tidaklah sesederhana itu terjadi pada bahan sesungguhnya. Polisteren bersifat getas dan mudah patah karena berbentuk amorf dan tarik menarik yang lemah antara molekulnya. Bahan yang kaku dan ketahanan impaknya rendah banyak terdapat pada bahan termoplastik yang mempunyai titik transisi gelas yang tinggi. Sebagai contoh, *polivinil klorid* sendiri tidak kuat, tetapi apabila dikopolimerkan dengan vinil asetat, dikopolimerkan atau dicampur dengan bahan serupa karet yang mempunyai titik transisi gelas yang rendah, kekuatan impaknya lebih baik. Namun, bahan polimer kadang-kadang

menunjukkan juga penurunan besar pada kekuatan impact kalau diberi regangan pada pencetakannya. Selanjutnya pada umumnya sifat-sifat yang diperlukan dapat diperbaiki kalau ditambahkan pengisi (filler) yang cocok kedalam resin. Macam dan bentuk pengisi memberikan pengaruh banyak. Sedangkan pengaruh temperatur lebih rumit, yang menunjukkan harga maksimum pada temperatur tertentu, atau suatu peningkatan harga kalau temperatur itu naik. Harga impact menjadi besar dengan meningkatkan absorpsi kadar air dan menjadi kecil karena pengeringan. Kadang-kadang kadar air dapat mempengaruhi pemlastisan. Selanjutnya dalam bahan yang mungkin membentuk sperulit atau bahan dengan butir kristal yang besar biasanya mempunyai harga impact yang kecil. Setiap hasil pengujian tidak selalu menunjukkan hubungan yang sama dengan kekuatan impact praktis.

B. Kekerasan

Istilah kekerasan biasa dipakai, tetapi sulit mendefinisikan secara tepat. Sementara dapat dikatakan bahwa kekerasan adalah “kriteria untuk menyatakan intensitas tahanan suatu bahan terhadap deformasi yang disebabkan oleh objek lain.” ada tiga macam pengujian kekerasan yaitu: 1). Pengujian penekanan 2). Pengujian goresan 3). Pengujian *resilience* yang pada umumnya ditentukan dengan cara tidak merusak. Bahan polimer menunjukkan sifat kekerasan yang berbeda dengan logam karena sifat viskoelastiknya. Karena besarnya deformasi elastik dan pemulihan yang

cepat, pada pengujian penekanan hasil kekerasan yang didapat lebih besar dari kekerasan yang seharusnya. Cara pengujian kekerasan dijelaskan berikut:

1. Kekerasan Rockwell

Kekerasan rockwell (HR) yang dipakai untuk menentukan kekerasan polimer adalah sebagai berikut: mempergunakan bola sebagai penekan, beban mula P_0 diberikan untuk mendapatkan kedalaman mula, selanjutnya beban P diberikan untuk waktu tertentu (15 detik menurut standar ASTM) dan setelah dikembalikan ke beban mula diukur kedalaman deformasi plastisnya (h, mm) yang disubstitusikan kedalam persamaan;

$$H_R = 130 - 500h \dots \dots \dots (2.5)$$

2. Kekerasan durometer dan kekerasan barcol

Durometer, secara internasional mempunyai penekan berbentuk tertentu dengan diameter $0,787 \pm 0,025$ mm pada ujungnya, ditekankan pada bahan pada tekanan seimbang dengan pegas, lenturan pegas dapat dibaca pada skala. Kekerasan barcol diukur dengan prinsip yang serupa hanya berbeda bentuk penekan. Keduanya mempunyai penekan yang kecil.

3. Kekerasan Vickers

Kekerasan vickers penting bagi ketelitian kekerasan logam dsb. Untuk bahan polimer dipergunakan juga cara serupa, memakai beban penekan P , 100-200 g, kekerasan vickers (H_v) didapat dari persamaan

dibawah. Kekerasan tersebut dapat dibandingkan dengan kekerasan logam. Akan tetapi dalam hal ini memperhatikan kenyataannya bahwa kelakuan viskoelastik bahan polimer adalah aneh.

$$H_v = 1,854 \frac{P}{d_m^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

d_m = panjang rata-rata garis diagonal bekas penekanan oleh penekan piramida intan (*diamond*).

C. Ketahanan aus dan gesekan

Bahan polimer sukar untuk dipasang tanpa pelumas, tetapi karena hantaran termalnya yang jelek, dapat terpasang dan bersatu apabila temperatur bidang geseknya meningkat atau kalau terdeformasi oleh beban berat. Untuk mengetahui sifat tersebut telah diadakan studi pada resin termoplastik seperti poliamid, poliasetal, politetrafluoroetilen, polikarbonat, dan bahan termoset seperti resin fenol. Mekanisme gesekan pada bahan polimer sangat berbeda dengan logam. Pada logam, koefisien gesekan hampir konstan tidak tergantung beban, luas bidang kontak laju gesekan, dimana hukum Couloumb biasanya berlaku. Tetapi pada bahan polimer koefisien gesekan tergantung beban, bidang kontak, dst. Umumnya cenderung berkurang kalau beban bertambah, karena bahan menunjukkan kelakuan tengah-tengah antara deformasi elastik dan deformasi plastik.(Surdia dan Saito,2005:183-187)

Brinell Hardness Number (HB/BHN) merupakan satuan dari pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*indenter*) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf. Indenter (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan karbida tungsten. Adapun nilai kekerasan kampas rem pasaran adalah 13,7 BHN. (Purboputro, 2016)

Adapun mengubah suatu struktur logam menjadi keras salah satunya adalah dengan cara logam dipanaskan kemudian didinginkan sedemikian rupa sehingga pengerasannya merata. Selain kekerasannya ketajamannya pun meningkat. (Frick dan koesmartadi, 1999:116).

Dalam menentukan Hasil Pengujian Kekerasan. maka perhitungannya menggunakan rumus :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

P= Kuat tekan kampas rem (kg/cm²)

F= Beban tekan (kg)

A= Luas tekan sampel (cm²)

d= Diameter alas sampel (cm)

Dengan mengetahui bahwa luas tekan (luas alas sampel) yaitu luas lingkaran :

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots\dots\dots(2.8)$$

mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (*American Concrete Institute*). Mpa= Mega pascal ; 1 Mpa= 1N/mm²=10 kg/cm². Dengan menggunakan perbandingan nilai satuan Mpa dan HRB maka diperoleh konversi HRB ke Mpa adalah 1 Mpa= $\frac{1}{3,3}$ HRB/BHN BHN = *Brinel hardnes Number, which is the same meaning as HB dan HB- ball 10 mm, load 29,400 N(3000kgf) duration 15 seconds.*

2.12 Integrasi Quran dan Keilmuan Sains

Al-Qur'an banyak menjelaskan tentang fakta-fakta kehidupan dan gejala alam yang terjadi. Penelitian saat ini membuktikan informasi yang tercantum di dalam Al-Qur'an. Di dalam kitab Al-Qur'an Allah Swt. Menjelaskan kekuasaanya melalui tumbuh-tumbuhan yang memiliki banyak manfaat. Diantara Allah berfirman dalam QS Al-Hijr/15: 19. yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾

Terjemahan:

“Dan kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran”.

Menurut Tafsir Al-Misbah bahwa Allah Swt. Berfirman: “*Dan kami telah menciptakan dan menghamparkan bumi sehingga menjadi luas terbentang guna memudahkan hidup kamu, kendati kami menciptakannya bulat dan menjadikan padanya gunung-gunung yang mantap dan kokoh agar bumi tidak bergoncang sehingga menyulitkan penghuninya dan kami tumbuhkan dan ciptakan padanya yakni di bumi itu segala sesuatu menurut ukuran yang tepat sesuai hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan mahluk.*”

Firman-Nya وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ *waanbatnā fihā min kulli syai'in mauzūnin/* dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran, dipahami oleh sementara ulama dalam arti bahwa Allah Swt. Menumbuh kembangkan di bumi ini aneka ragam tanaman untuk kelangsungan hidup dan menetapkan bagi tiap-tiap tanaman masa pertumbuhan dan penuaian tertentu, sesuai dengan kuantitas dan kebutuhan mahluk hidup. Demikian juga Allah Swt. Menentukan bentuknya dengan penciptaan dan habitat alamnya.

Dalam tafsir Al-Muntakhab, ayat ini dinilai sebagai menegaskan suatu temuan ilmiah yang diperoleh melalui pengamatan di laboratorium, yaitu setiap kelompok tanaman masing-masing memiliki kesamaan dilihat dari sisi luarnya, demikian juga sisi dalamnya. Bagian-bagian tanaman dan sel-sel yang digunakannya untuk pertumbuhan memiliki kesamaan-kesamaan yang praktis tak berbeda. Meskipun antara satu jenis dengan lainnya dapat dibedakan, tetapi

semuanya dapat diklasifikasikan dalam satu kelompok yang sama (Shihab. 2002a:108-109).

Allah Swt. Berfirman dalam QS Luqman/31: 27. yang berbunyi:

وَلَوْ أَنَّمَا فِي الْأَرْضِ مِنْ شَجَرَةٍ أَقْلَمٌ وَالْبَحْرُ يَمُدُّهُ مِنْ بَعْدِهِ سَبْعَةُ أَبْحُرٍ مَا نَفِدَتْ كَلِمَاتُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٢٧﴾

Terjemahan:

“Dan seandainya apa yang di bumi dari pohon mejadi pena-pena dan laut ditambahkan kepadanya tinta sesudahnya tujuh laut (lagi), niscaya tidak akan habis kalimat-kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.”

Berbeda-beda pendapat ulama tentang hubungan ayat ini dengan ayat sebelumnya. Ibnu ‘Asyûr berpendapat bahwa sebelum ini, telah berulang dikemukakan tentang keluasan ilmu Allah dan cakupannya terhadap yang lahir dan yang batin seperti pada ayat-ayat 16 dan 23. Nah, disini diuraikan bahwa ilmu Allah Swt, ada sebagian yang diwahyukan-Nya kepada siapa yang dipilih-Nya dari para rasul, dan sebagian yang lain tidak disampaikan-Nya, dan itu semua berdasar hikmah kebijaksanaan-Nya. Seandainya Dia hendak menyampaikan ilmu-Nya, maka makhluk-makhluknya yang dapat digunakan menulis tidak akan mampu menampungnya lebih-lebih menyampaikan melalui ucapan.

Thabathabai melihat hubungan ayat ini dari sisi pembuktiannya tentang kuasa Allah melakukan pengaturan terhadap alam semesta. Ayat ini-tulisnya-menguraikan keluasan pengaturan-Nya. Banyaknya perintah-perintah

dalam konteks penciptaan dan ciptaan-Nya, sampai-sampai jika akan ditulis. tidak mungkin dapat tertulis walau sarananya ada seperti bunyi ayat diatas.

Akhir ayat yang lalu berbicara tentang kekayaan Allah dan keterpujian-Nya. Dari sinilah Al-Biqā'i bertitik tolak menghubungkannya boleh jadi ada yang menduga kekayaan-Nya terbatas pada langit dan bumi, yang sebelum ayat ini telah disebut sebagai milik-Nya. Boleh jadi juga ada yang mengira demikian itu pujian atas-Nya. Nah, ayat diatas menyanggah dugaan ini dengan menyatakan seperti terbaca itu. Demikian Al-Biqā'i.

Apapun hubungan-Nya, yang jelas adalah Allah Swt. Maha Kuasa. Nikmat-Nya tidak terbatas, pujian atas-Nya melimpah tanpa akhir. Ilmu dan pengaturan-Nya mencakup segala sesuatu. Nah, ayat diatas melanjutkan bahwa dan seandainya apa yang di bumi dari setiap pohon yang tumbuh yakni dahan-dahannya menjadi pena-pena yang demikian banyak sehingga tidak dapat terlukiskan banyaknya, dan laut menjadi tinta, lalu ditambahkan kepadanya tinta sesudah habis dan keringnya laut pertama itu sebanyak tujuh yakni banyak laut lagi dan kesemuanya dijadikan tinta, niscaya tidak akan habis dituliskan kalimat-kalimat Allah. Karena kalimat-kalimat-Nya tidak terbatas sedang selain-Nya semua terbatas. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.

Penggunaan bentuk tunggal pada kata (شجرة) syajarah/ pohon, untuk mengisyaratkan bahwa yang dimaksud adalah setiap pohon, tidak tersisa satu

pohon pun. Kalau ia berbentuk jamak, maka boleh jadi dipahami bahwa pohon-pohon yang dimaksud bukan semua pohon tetapi hanya banyak pohon, yakni tiga pohon keatas. Karena demikianlah makna jamak (plural) dari segi bahasa arab. Berbeda-beda pendapat ulama tentang arti “kalimat Allah” pada ayat ini. Ada yang memahaminya dalam arti kuasa-Nya, atau apa yang dapat diwujudkan-Nya, atau kalam-Nya, atau ilmu-Nya, Al-Biqā’i memahaminya dalam arti kalimat yang berkaitan dengan penciptaan dan pengaturan-Nya sejalan dengan firman Allah Swt dalam QS Yasin/36: 82 berikut.

إِنَّمَا أَمْرُهُ إِذَا أَرَادَ شَيْئًا أَنْ يَقُولَ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ ﴿٨٢﴾

Terjemahan:

“Sesungguhnya perintah-Nya apabila dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya “jadilah”, maka terjadilah ia”.

Thahir ibn ‘Asyur memahami kata kalimat adalah kalam yakni firman-firman-Nya. Yakni kalam yang mengandung penyampaian kehendak Allah kepada sebagian makhluk-Nya seperti yang disampaikan-Nya kepada malaikat-malaikat atau selain mereka. Demikian juga kepada makhluk-mahluk atau unsur-unsur yang disiapkan untuk tercipta, yang dikatakan kepadanya “*kun fa yakun.*” Termasuk juga wahyu-wahyu yang telah disampaikan-Nya kepada Nabi Muhammad Saw. Yakni, kalau itu semua akan ditulis dengan menggunakan pena dari dahan-dahan pohon kayu dan tinta yang terdiri dari banyak laut, maka kesemuanya tidak akan cukup untuk menuliskannya.

Thabathaba'i menulis bahwa kalimat adalah lafaz yang menunjuk satu makna. Al-Qur'an menggunakannya menunjuk wujud yang dilimpahkan Allah kepada sesuatu berdasar perintah-Nya, seperti bunyi QS Yasin/36: 82.

Kata (كلمات) kalimat adalah bentuk jamak, tetapi jamak qillah, yakni mengisyaratkan sedikit. Agaknya bentuk itu yang dipilih bukan jamak yang menunjuk banyak (jamak kasrah) yaitu (كلم) kalim. Kata yang berbentuk jamak qillah ini digunakan untuk mengisyaratkan bahwa jamak yang sedikit saja sudah tidak mampu ditampung oleh keseluruhan pena dan laut itu, apalagi kalau banyak.

Kata (يمده) *yamudduhu* terambil dari kata (مداد) *midad* yaitu tinta. Sehingga kata yang digunakan ayat ini berarti ditambahkan tinta. Ini berbeda jika ayat tersebut menyatakan (يُمِدُّهُ) *yumidduhu* dengan dhammah pada huruf ya' yang terambil dari kata (امد) *amadda* yang berarti mendukung dan menambahkan tanpa mengisyaratkan bentuk dukungan dan tambahan itu.

Kata (سبعة) *sab'ah*/tujuh pada ayat ini, bukan dimaksud dengannya angka yang dibawah delapan dan di atas enam, tetapi ia bermakna banyak.dengan demikian, tidak pada tempatnya dikatakan bahwa jika mendatangkan delapan laut, maka kalimat Allah akan dapat tertulis.

Dalam ayat yang lain Allah Swt berfirman dalam QS Ar-Ra'd/13: 4 berikut.

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَةٌ وَجَنَّتْ مِنْ أَعْنَبٍ وَزَرْعٍ وَنَخِيلٍ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى
بِمَاءٍ وَحِدٍ وَنُفِضِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Terjemahan:

“Dan di bumi ada kepingan-kepingan yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian atas sebagian yang lain dalam rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda bagi kaum yang berpikir.”

Untuk lebih menjelaskan apa yang diuraikan pada ayat yang telah lalu tentang kebesaran dan kekuasaan Allah, ayat ini melanjutkan bahwa *dan di bumi* tempat kamu semua memijakkan kaki dan menghirup udara, kamu semua melihat dengan sangat nyata *ada kepingan-kepingan* tanah yang saling berdekatan dan *berdampingan* namun demikian kualitasnya berbeda-beda. Ada yang tandus adapula yang subur *dan* ada juga yang jenisnya sama yang ditumbuhi oleh tumbuhan yang berbeda. Ada yang menjadi lahan *kebun-kebun anggur, dan tanaman-tanaman* persawahan *dan* ada juga yang menjadi lahan bagi perkebunan *pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang*. Semua kebun dan tumbuhan itu *disirami dengan air yang sama* lalu tumbuh berkembang dan berbuah pada waktu tertentu. Namun demikian Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain dalam rasanya demikian juga dalam besar dan kecilnya, warna dan bentuknya serta perbedaan-perbedaan yang lain. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi kaum yang berpikir.

Dalam tafsir Al-Muntakhab yang disusun oleh sekian pakar yang dikoordinir oleh kementerian wakaf mesir, ayat ini mereka pahami sebagai

pengisyratan adanya ilmu tentang tanah (geologi dan geosfisika) dan ilmu lingkungan hidup (ekologi) serta pengaruhnya terhadap sifat tumbuh-tumbuhan. Secara ilmiah menurut mereka telah diketahui bahwa tanah persawahan terdiri atas butir-butir mineral yang beraneka ragam sumber, ukuran dan susunannya; air yang bersumber dari hujan; udara; zat organik yang berasal dari limbah tumbuh-tumbuhan dan makhluk hidup lainnya yang ada diatas maupun di dalam lapisan tanah. Lebih dari itu, terdapat pula berjuta-juta makhluk hidup yang amat halus yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang karena ukurannya yang sangat kecil. Jumlahnya pun sangat bervariasi, berkisar antara puluhan juta sampai ratusan juta pada setiap satu gram tanah pertanian. Sifat-sifat tanah yang bermacam-macam itu, baik secara kimia, fisika maupun secara biologi menunjukkan kemahakuasaan Allah, sang Pencipta dan kehebatan penciptaan-Nya.(Shihab, 2002:54-555)

Dalam tafsir ibnu katsir mengenai surah Ar-rad ayat 4, Allah Swt berfirman (**وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَوِّرٌ**) dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan. “maksudnya adalah, tanah-tanah yang berdekatan antara satu dengan yang lain, pada bagian ini tanahnya baik, menumbuhkan tanaman yang berguna bagi manusia, sedang di bagian yang lain tanahnya berpasir asin tidak menumbuhkan sesuatupun dari tanaman.

Demikian pendapat yang diriwayatkan dari ibnu Abbas, mujahid, Sa'id bin jubair, adh-Dhahhak dan lain-lain. Termasuk dalam ayat ini, yaitu perbedaan

warna tanah yang ada di bumi ini, ada yang berwarna merah, putih, kuning, hitam, berbatu, gembur, berpair, keras, lembut dan lain-lainnya, tetapi semuanya berdekatan, dan tetap pada sifatnya masing-masing.

Hal itu semua menunjukkan adanya Allah yang maha berkuasa menentukan pilihan, yang tidak ada Ilah selain Dia. Dan firman Allah Swt yakni:

وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٍ وَنَخِيلٍ "Dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman,

dan pohon kurma." kedua kata Zar'un' dan 'nakhiilun' dapat di-'athaf-kan kepada kata jannaatun, jadi dibaca marfu', dan dapat di-'athaf-kan kepada kata a'naabin, jadi dibaca majrur. Karena itu ada sekelompok ulama yang membaca

dengan kedua bacaan tersebut. Firman Allah Swt: صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ

"Yang bercabang dan yang tidak bercabang." Shinwaan adalah pokok yang berkumpul pada satu tempat tumbuh, seperti pohon delima, tiin dan sebagian pohon kurma dan lain-lain, sedangkan *ghairu shinwaan* adalah yang tumbuh pada satu pokok seperti pada kebanyakan pohon. Firman Allah Swt:

يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضْلُ بَعْضُهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ

Terjemahan:

"Disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya."

Maksudnya, perbedaan dalam jenis buah-buahan dan tanaman itu dari segi bentuk, warna, rasa, bau, daun dan bunganya, ada yang manis, ada yang asam, pahit, sepet, segar, dan ada yang bermacam-macam/bercampur rasanya,

kemudian ada yang berubah rasa dengan izin Allah. Ada yang berwarna kuning, merah, putih, hitam, biru dan lain-lain. Demikian juga dengan beraneka macamnya warna bunga, padahal semuanya berasal dari satu zat alam yang sama yaitu air, tetapi menghasilkan tumbuh-tumbuhan dan buah yang beraneka macam warna dan rasa yang tidak terhitung. Sesungguhnya dalam hal-hal seperti itu terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang yang menyadarinya.

Hal itu termasuk tanda-tanda yang sangat besar menunjukkan adanya pelaku yang bebas berbuat, yang dengan kekuasaan-Nya dapat membuat sesuatu yang beraneka ragam dan menjadikannya sesuai dengan keinginan-Nya. Oleh sebab itu, dalam ayat ini Allah Swt berfirman dalam QS Ar-Ra'd/13: 4:

إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Terjemahan:

“Sesungguhnya pada hal yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.”

(Syaikh, 2012:6-8)

Menurut penulis ayat 4 dalam QS Ar-Ra'd diataslah yang menunjukkan kekuasaan Allah Swt, dimana segala sesuatu yang ada di bumi ini dapat di rekayasa menjadi sesuatu yang bermanfaat oleh manusia tetapi yang dapat melakukan itu hanyalah orang-orang yang mau berfikir. Dan kanvas rem organik ini adalah salah satu rekayasa dari material alam yaitu serat bambu dan

serbuk tempurung kemiri yang memiliki ketahanan aus yang baik. Dalam QS

As-syu'ara/26: 7-8, Allah Swt. Juga Berfirman:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Terjemahan:

“Dan apakah mereka tidak melihat ke bumi, berapa banyak telah kami tumbuhkan disana dari setiap pasang yang tumbuh subur lagi bermanfaat? Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu ayat dan tidaklah kebanyakan mereka termasuk orang-orang mukmin. Dan sesungguhnya Tuhanmu benar-benar Dia-lah yang maha perkasa lagi maha penyayang”.

Menurut Quraish shihab bahwa kaum musyrikin enggan percaya, bahkan memperolok-olokkan, ayat-ayat Allah. Mereka enggan percaya karena bersikap keras kepala. Disini keadaan mereka dipertanyakan, yakni adakah mereka akan terus mempertahankan kekufuran mereka padahal telah sekian banyak bukti dipaparkan dan terhampar? Apakah mereka enggan memperhatikan gugusan bintang di langit dan apakah mereka tidak melihat ke Bumi, yakni mengarahkan pandangan sepanjang, seluas dan seantero Bumi, berapa banyak telah kami telah tumbuhkan di sana dari setiap pasang tumbuhan dengan berbagai macam jenisnya yang kesemuanya tumbuh subur lagi bermanfaat? Sesungguhnya pada yang demikian itu hebatnya terdapat suatu ayat, yakni tanda yang membuktikan adanya pencipta yang Maha Esa serta membuktikan pula kuasa-Nya menghidupkan dan membangkitkan siapa yang telah mati. Sayang, mereka

enggan memperhatikan sehingga mereka tidak menemukan tanda itu dan tidaklah kebanyakan mereka akan termasuk orang-orang mukmin. Dan, yakni padahal, sesungguhnya Tuhanmu benar-benar Dia-lah yang Maha Perkasa yang tidak terkalahkan kehendak-Nya, bahkan dapat memaksakannya, lagi Maha Penyayang sehingga menghidangkan bukti itu dan melimpahkan aneka rahmat-Nya.

Kata (إِلَى) *ilal* pada firman-Nya di awal ayat ini: (أُولَمِيرُوا إِلَى الْأَرْضِ) *awalam yara ila- al-ardh/* apakah mereka tidak melihat ke bumi merupakan kata yang mengandung makna batas akhir. Dengan demikian, ayat ini mengundang manusia untuk mengarahkan pandangan hingga batas kemampuannya memandang sampai mencakup seantero Bumi, dengan aneka tanah dan tumbuhannya dan aneka keajaiban yang terhampar pada tumbuh-tumbuhannya.

Kata (زَوْج) *zauj* berarti pasangan. Pasangan yang dimaksud anak ini adalah pasangan tumbuh-tumbuhan karena tumbuhan muncul di celah-celah tanah yang terhampar di Bumi. Dengan demikian, ayat ini mengisyaratkan bahwa tumbuh-tumbuhan pun memiliki pasang-pasangan guna pertumbuhan dan perkembangannya. Karena itu, ayat diatas memulai dengan pertanyaan apakah mereka tidak melihat, pertanyaan yang mengandung unsur keheranan terhadap mereka yang tidak mengfungsikan matanya untuk melihat bukti yang sangat jelas itu. (Shihab,2009:181)

Berdasarkan pemahaman ayat dan tafsir terhadap ayat yang disampaikan diatas penulis mengaitkan bahwa dalam sebuah penelitian akan jelas hasil yang diperoleh termasuk dalam kaitannya terhadap kampas rem yang merupakan suatu bahan teknologi yang banyak digunakan pada kendaraan yang berguna untuk menahan kendaraan agar tidak melaju dengan cepat serta menahan kendaraan untuk memperoleh keselamatan dalam berkendara. Kampas rem yang terbuat dari beberapa campuran bahan organik yakni serat tempurung kemiri dan serat bambu merupakan bahan-bahan alam yang sangat kaya akan manfaat. Serat bambu yang banyak digunakan dalam industri tekstil yang mempunyai sifat kuat dan tahan begitupula tempurung kemiri yang memiliki kekerasan yang sangat bagus sehingga banyak manfaat yang diperoleh dari kedua bahan ini. Ternyata dalam ayat Al-Qur'an diatas dijelaskan bahwa meskipun diciptakan berbeda tetapi sebenarnya tercipta dari elemen air. Jenis yang berbeda ini tidak menghilangkan kekerasan bahan ini. Masing masing mempunyai peran yang *urgent* dalam meningkatkan kekuatan tekan dan keausan bahan kampas rem ini. Inilah salah satu tanda kekuasaan Allah yang menciptakan bahan alam ini sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk menunjang kehidupannya dalam menciptakan teknologi mutakhir masa kini.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 bertempat di laboratorium BIHP (Balai Industri dan Hasil Perkebunan) Makassar dan laboratorium bahan teknik mesin UGM.

3.2 Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Alat uji tekan *Universal wear testing machine*
2. Gergaji
3. Golok
4. Pecahan kaca
5. Jangka sorong
6. Sieving (penyaring serbuk) 50 mesh
7. Cetakan besi (Silinder)
8. Gelas ukur
9. Amplas
10. Oven
11. *Ogoshi high speed universal wear testing machine* (type OAT-U)

12. Neraca Ohaus

13. Gelas plastik sebagai wadah menimbang sampel

2. Bahan

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah polyester resin sebagai perekat, serat bambu, serbuk tempurung kemiri, serbuk aluminium(Al) dan katalis.

3.3 Prosedur Kerja

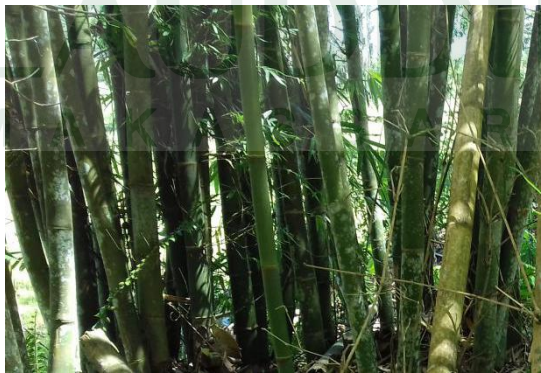
Adapun prosedur kerja pada penelitian ini adalah:

1. Persiapan Bahan Uji

A. Serat Bambu

Serat bambu diperoleh dari bambu berjenis bambu apus.

1. Menebang bambu muda (lihat gambar 3.1) menggunakan golok dan menghilangkan tangkai-tangkainya hingga panjangnya 160 cm.
2. Bambu muda tadi dipotong lagi hingga panjangnya masing-masing 40 cm lalu dikupas kulit arinya atau kulit yang berwarna hijau.



Gambar 3.1 : Bambu Apus

2. Mengerus bambu menggunakan pecahan kaca seperti pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 : Proses pengambilan serat bambu

B. Serbuk Tempurung Kemiri

Serbuk tempurung kemiri diperoleh dari:

1. Limbah kulit kemiri dari pemecahan kulit kemiri
2. Kemudian tempurung kemiri dikeringkan terlebih dahulu menggunakan alat

Hot plate type HPA2240M. seperti gambar 3.3 dibawah:



Gambar 3.3 : Oven *Hot plate type* HPA2240M

- C. Memecah tempurung kemiri menggunakan alat *Geocrushertype* MN.931/8 seperti pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4: *Geocrushertype* MN.931/8

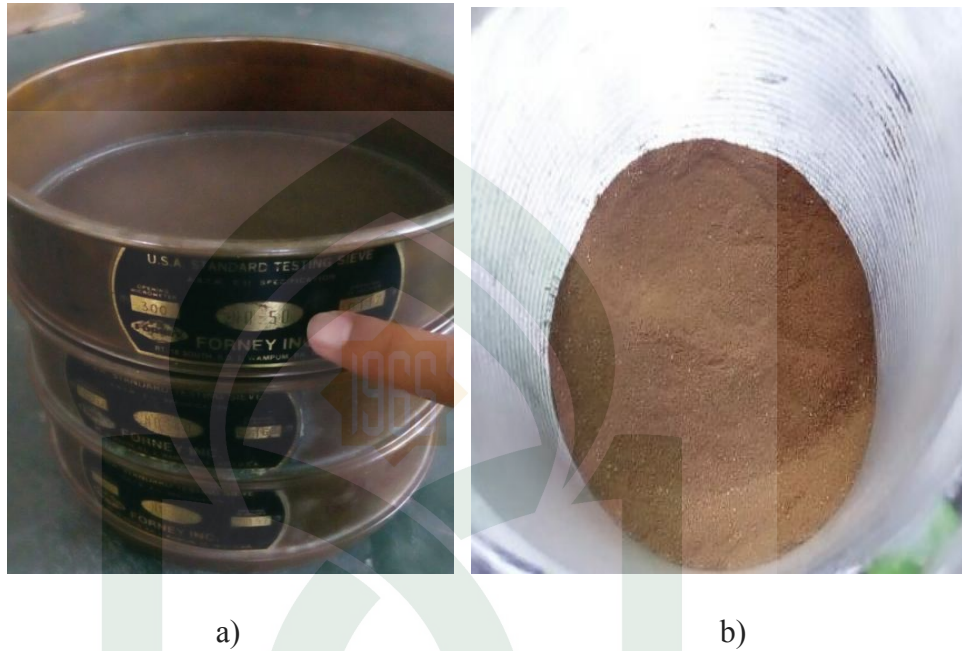
D. Menghaluskan sampel menggunakan *Disk mill type* RETCH6EL-20-065R seperti pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 : *Disk mill type* RETCH6EL-20-065R

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR

E. Menyaring serbuk tempurung kemiri menggunakan sieving hingga kehalusan 50 mesh



Gambar 3.6. a) Sieving ukuran 50 mesh. b) Serbuk tempurung kemiri 50 mesh

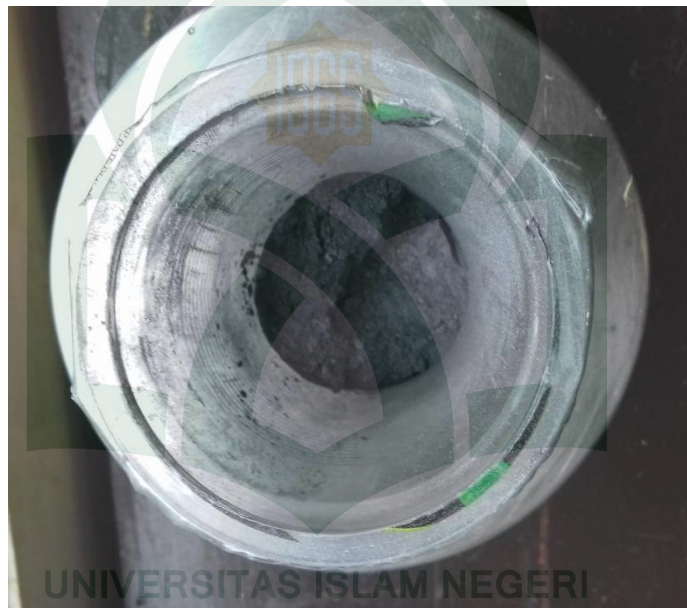
C. Serbuk Aluminium

Menyiapkan serbuk aluminium dengan spesifikasi yang tertera pada tabel 3.1 dan seperti pada gambar 3.7. berikut:

Tabel 3.1 : Spesifikasi Al berdasarkan sertifikat analisis oleh *kingstyle metal pigments science & technology co.,ltd.*2001.

Spesifikasi Pada Formasi	Q/0105JYF001-2001
Jenis	Serbuk Aluminium Abu-abu silver
% logam	99,1 %

Minyak lumas	0,8 %
Residu tapis (45 μ m)	1,2%
% Aluminium aktif	79%
Ukuran partikel (d50)	9,01
BVRNING speed	80(s)/5(g)



Gambar 3.7: Serbuk Aluminium (Al)

D. Polyester Resin

Adapun resin yang digunakan adalah jenis resin UNSATURATED POLYESTER RESIN UKALAC 157 BQTN-EX seperti pada gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8: Polyester Resin

2. Pencetakan Sampel

Adapun langkah pembuatan sampel kanvas rem sebagai berikut:

1. Menimbang bahan-bahan diatas menggunakan neraca Ohaus dengan berat total setiap sampel adalah 100 gram. Perbandingan persen setiap bahan dalam sampel diperoleh dari hasil perkalian dengan berat totalnya. Sebagai contoh:

Sampel 1 yang terdiri dari:

$$30\% \text{ Serbuk tempurung kemiri} : \frac{30}{100} \times 100 \text{ gram} = 30 \text{ gram}$$

$$15\% \text{ Serat bambu} : \frac{15}{100} \times 100 \text{ gram} = 15 \text{ gram}$$

$$15\% \text{ Aluminium} : \frac{15}{100} \times 100 \text{ gram} = 15 \text{ gram}$$

$$40\% \text{ Polyester resin} : \frac{40}{100} \times 100 \text{ gram} = 40 \text{ gram}$$

Perbandingan masing-masing sampel adalah seperti tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2: Perbandingan Komposisi Bahan Kampas Rem

Kode Sampel	Komposisi Bahan Kampas Rem (%)			
	Serbuk Tempurung Kemiri	Serat Bambu	Serbuk Aluminium	Polyester Resin
Sampel 1	30	15	15	40
Sampel 2	40	10	10	40
Sampel 3	20	20	20	40
Sampel 4	15	30	15	40
Sampel 5	10	40	10	40

2. Membuat campuran resin dengan katalis dengan perbandingan 99:1, kemudian diaduk hingga merata selama 1 menit dan didiamkan sesaat agar gelembung dalam resin hilang.
3. Mencampur serat bambu,serbuk aluminium dan serbuk tempurung kemiri dengan perbandingan berat yang telah ditentukan, kemudian tuang resin yang telah dicampur katalis seperti pada gambar 3.9 berikut:



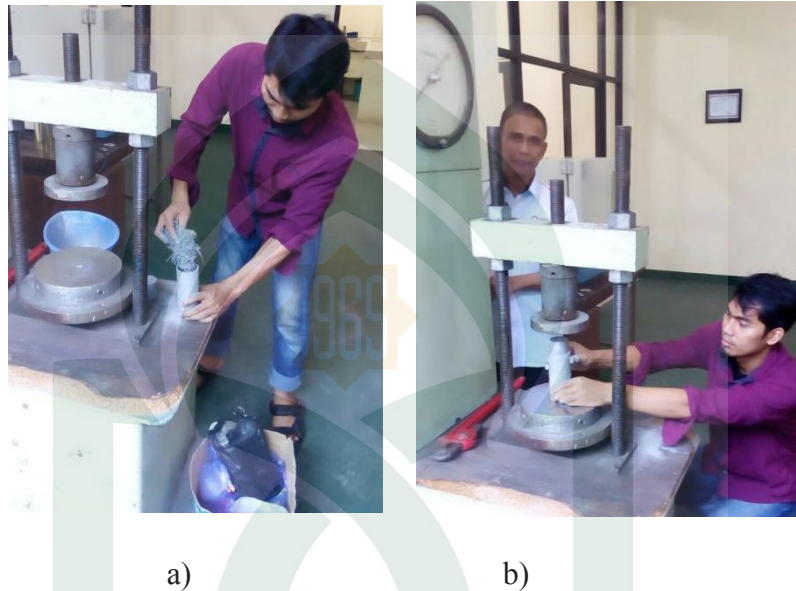
Gambar 3.9: Proses pencampuran bahan kanvas rem

4. Memasukkan kedalam cetakan seluruh campuran dengan masing-masing komposisi. Adapun cetakan yang digunakan adalah salahsatunya berbentuk berbentuk silinder berongga sebagai tempat memasukkan bahan kanvas rem dan dua diantaranya berupa silinder pejal sebagai penahan sampel saat di press. Dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10 : Cetakan sampel berbentuk silinder

5. Lalu dipress menggunakan alat tekan sebesar 2 ton selama 1 menit (lihat gambar 3.11 a dan b), kemudian sampel kampas rem berbentuk komposit dikeluarkan.



Gambar 3.11: a) Pencetakan Sampel dan b) Proses pengepresan

6. Komposit yang jadi kemudian didiamkan terhitung pada hari ke-1 dan ke-2 dalam suhu kamar 36°C , kemudian pada hari ke-3 dimasukkan kedalam oven dengan suhu 40°C hingga hari ke-4, lalu pada hari ke-5 komposit dikeluarkan dari oven dan di angin-anginkan hingga memasuki hari ke-7. Selanjutnya pada hari ke-8 benda uji komposit siap dipotong untuk menjadi spesimen benda uji. Prose pengeringan sampel dapat dilihat pada gambar 3.12 a dan b berikut:



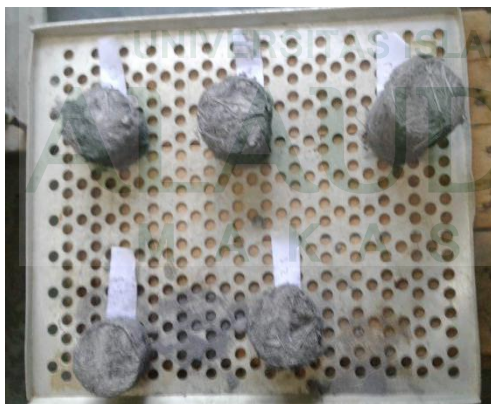
a)



b)

Gambar 3.12: a) Proses pengeringan sampel dalam oven b) Sampel diangin-anginkan

7. Masing-masing komposisi dicetak dua sampel untuk pengujian kekerasan dan keausan. Untuk sampel uji kekerasan sampel tidak dipotong sedangkan untuk uji keausan sampel harus di potong hingga ketebalan 8 mm dan dihaluskan menggunakan amplas. Dapat dilihat pada gambar 3.13 a dan b berikut:



a)

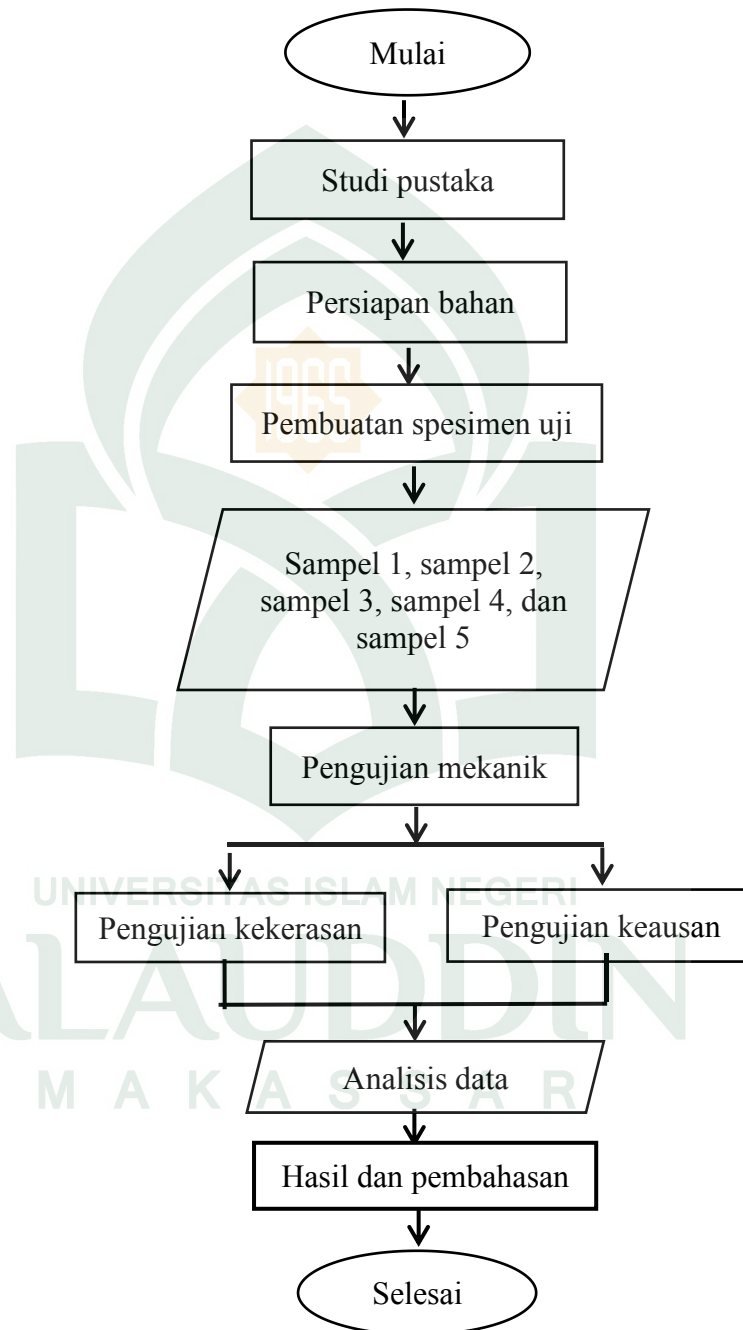


b)

Gambar 3.13: a) Sampel uji kuat tekan b) Sampel uji keausan

3.4 Alur Penelitian

Adapun alur penelitian pada penelitian ini adalah:



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Telah dilakukan pengujian bahan kampas rem dari komposisi utama serbuk tempurung kemiri, serat bambu dan resin serta tambahan serbuk Aluminium. Adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut.

A. Hasil Pengujian Kekerasan

Adapun data pengujian kekerasan bahan kampas rem dianalisis dengan menggunakan persamaan (2.7) sehingga diperoleh tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1: Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Kampas Rem

Kode Sampel	Diameter Sampel (cm)	Hasil tekan alat (kg)	Hasil uji kuat tekan (kg/cm ²)	Nilai Hasil konversi (kg/cm ²) ke N/mm ² (MPa)	Nilai Konversi MPa ke BHN/HB
Sampel 1	5,55	6500	268,9	26,89	8,14
Sampel 2	5,41	7250	315,62	31,562	9,56
Sampel 3	5,63	7500	301,44	30,144	9,13
Sampel 4	5,41	10250	446,23	44,623	13,4
Sampel 5	5,36	8000	354,76	35,476	10,75

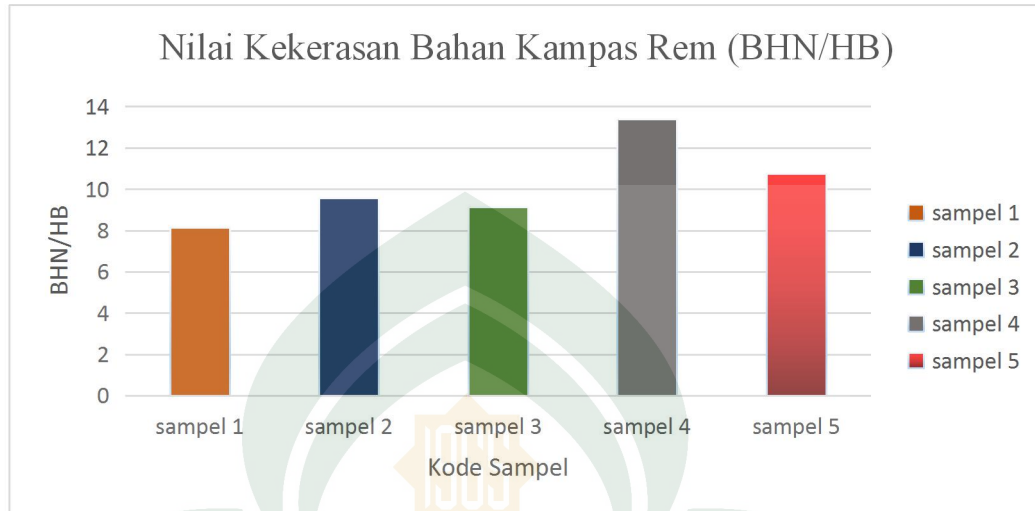
B. Hasil Pengujian keausan

Adapun data pengujian keausan bahan kampas rem dianalisis dengan menggunakan persamaan (2.3) sehingga diperoleh tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2: Hasil Pengujian Keausan Sampel Kampas Rem

Kode sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Beban (kg)	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
Jarak tempuh pengausan (m)	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6
Kecepatan putaran piringan (rpm)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Waktu (s)	60	60	60	60	60
b_0 (mm)	2,2	1,7	2,25	2,5	3,3
Jari-jari piringan pengaus (mm)	14	14	14	14	14
Tebal piringan pengaus (mm)	3	3	3	3	3
Nilai keausan spesifik W_s (mm^2/kg)	$2,02 \times 10^{-6}$	$9,32 \times 10^{-7}$	$2,16 \times 10^{-6}$	$2,96 \times 10^{-6}$	$6,8 \times 10^{-6}$

4.2 Pembahasan



Grafik 4.1: Nilai kekerasan sampel kampas rem dalam satuan BHN/HB

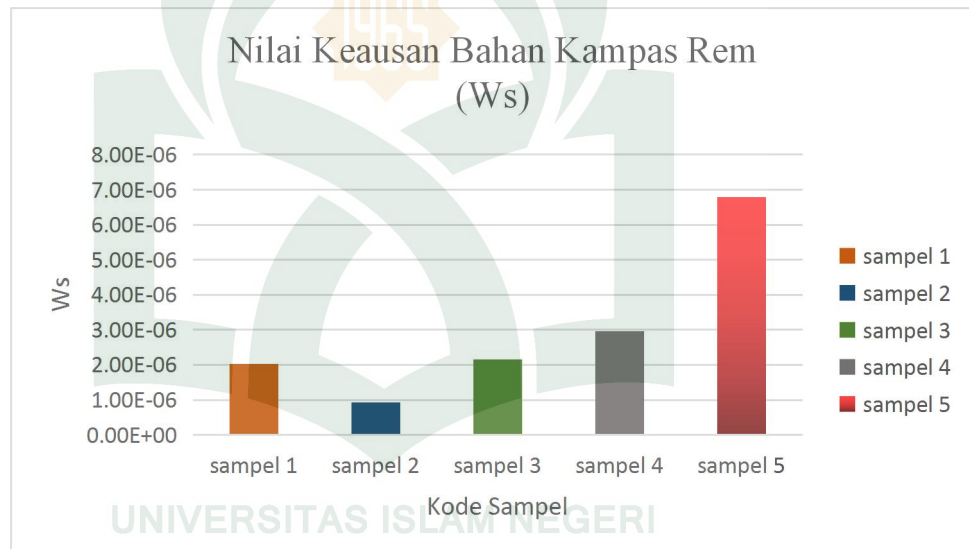
Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk bertahan dari proses abrasi (gesekan) atau tekanan kedalam (indentasi) oleh benda keras lain. Pada grafik IV.1 terlihat bahwa sampel 1 adalah yang paling rendah nilai kekerasannya yaitu diperoleh nilai konversi kekerasan 8,14 BHN, kemudian sampel 3 memiliki nilai konversi kekerasan 9,13 BHN, kemudian sampel 2 yaitu memiliki nilai konversi kekerasan 9,56 BHN, selanjutnya sampel 5 yaitu memiliki nilai konversi kekerasan 10,75 sedangkan pada sampel 4 adalah yang tertinggi memiliki kekerasan dengan nilai konversi 13,4 BHN. Jika ini dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari penelitian bahan kampas rem yang dilakukan oleh (Purboputro, 2016) maka dapat dikatakan bahwa sampel 4 sangat mendekati nilai standar kampas rem pasaran yaitu 13,7 BHN. Disini dapat dipahami bahwa kekerasan kampas rem dipengaruhi oleh kekerasan bahan

penyusunnya dan daya ikat penyusunnya seperti resin. Semakin keras bahan yang digunakan maka semakin besar kekuatan tekan yang dihasilkan.

Kekerasan yang diperoleh dari kampas rem ini bervariasi sebab perbedaan jumlah komposisi bahan utama pada kampas rem yaitu serat bambu dan serbuk tempurung kemiri. Rata-rata bahan menjadi mudah patah disebabkan antara ikatan penyusun bahan dengan bahan lainnya yang dicampurkan tidak terikat secara menyeluruh sehingga terdapat rongga atau rekatan antara serat bambu, serbuk tempurung kemiri, serbuk aluminium dan resin tidak merata sehingga apabila bahan kampas rem ini ditekan oleh suatu alat penekan maka distribusi tegangannya meningkat dan menjalar keseluruh bagian. Adapun bagian yang tidak terlalu merekat akan terdeformasi lebih dulu. Sulit untuk menentukan kekuatan suatu bahan yang tersusun dari polimer sebab polimer memiliki sifat viskoelastik yang menyebabkan nilai tekannya dapat berubah dalam keadaan tertentu. Sehingga sulit menentukan nilai kuat tekan hanya dalam satu pengukuran.

Pada uji kekerasan ini, serat bambu berpengaruh terhadap kekerasannya sebab daya ikat terhadap resin dengan serat bambu yang kuat membuat kekerasannya meningkat tetapi disisi lain kekerasan tidak bisa di prediksi secara akurat meskipun proses pengadukan pada saat mencampurkan masing-masing bahan sudah benar sebab di dalam proses pencetakan selama kurang lebih satu menit, polyester resin yang ada di dalam sampel tidak terdistribusi merata pada

bagian celah di dalam sampel. Hal itu terlihat dengan perembesan resin melalui celah-celah cetakan akibat tekanan yang tinggi dari alat sehingga ketika sampel dikeluarkan dari cetakan maka yang terjadi adalah sampel mengembang sedangkan resin belum mengikat sepenuhnya. Mengeluarkan sampel dari cetakan harus dilakukan cepat karena jenis resin yang dipakai sangat cepat proses mengerasnya, dikhawatirkan sampel tidak dapat keluar dari dalam cetakan apabila terlalu lama berada dalam cetakan.



Grafik 4.2: Nilai Keausan sampel kampas rem

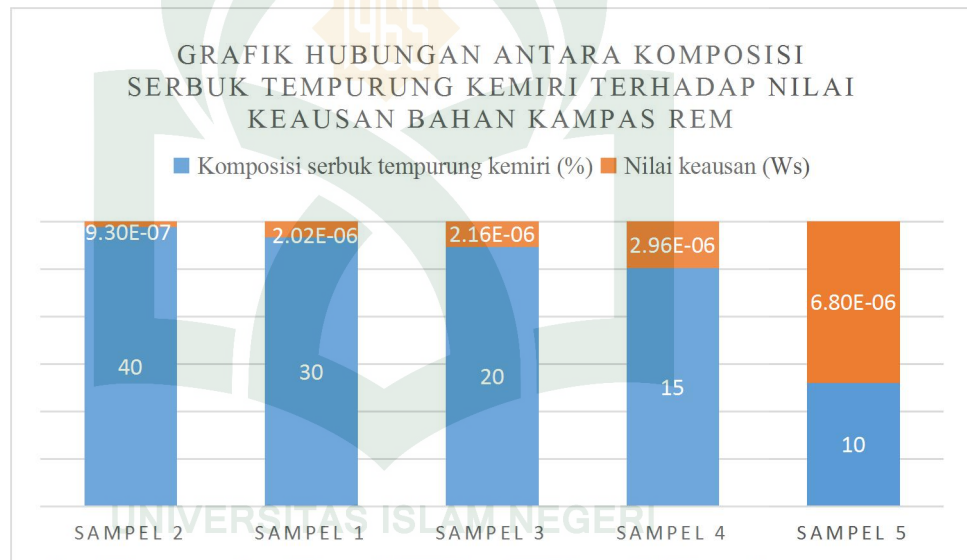
Keausan dapat didefinisikan sebagai rusaknya permukaan padatan, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan (friksi) antar permukaan padatan. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Adapun nilai atau harga keausan dari sampel kampas rem dapat dilihat pada gambar IV.2, pada grafik ini menunjukkan nilai keausan yang sangat rendah dari setiap sampel,

nilai keausan yang paling rendah dimulai hingga yang tertinggi dimulai dari sampel 2 yaitu $9,32 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, kemudian sampel 1 yaitu $2,2 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, kemudian sampel 3 yaitu $2,16 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, kemudian sampel 4 yaitu $2,96 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, dan yang tertinggi keausannya adalah sampel 5 yaitu $6,8 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. sebenarnya ke lima sampel ini memiliki keausan yang lebih rendah dibanding dibanding produk kampas rem di pasaran yaitu $1,4 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$.

Jika dilihat dari perbandingan komposisi bahan kampas rem dapat diketahui bahwa yang paling berpengaruh pada keausan kampas rem yaitu jumlah serbuk tempurung kemiri pada komposisi kampas rem dimana jumlahnya lebih dominan dan perubahannya lebih signifikan. Terlihat yaitu berurut mulai yang terendah hingga yang tertinggi keausannya yaitu sampel 2, sampel 1, sampel 3, sampel 4, dan sampel 5 dengan nilai komposisi 40 %, 30%, 20%, 15%, 10%, sehingga semakin berkurang komposisi serbuk tempurung kemiri dalam bahan kampas rem menyebabkan nilai keausan kampas rem semakin tinggi atau tidak tahan aus. Ini artinya kampas rem dari bahan komposit ini sangat tahan aus. Suatu komponen struktur dan mesin agar berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya sangat tergantung pada sifat-sifat yang dimiliki material.

Sifat material bahan kampas rem yang dimaksud disini adalah serbuk tempurung kemiri yang sifat fisiknya keras dan tidak mudah pecah hanya dengan alat pemecah biasa. Sifat yang dimiliki oleh material terkadang membatasi kinerjanya. Namun demikian, jarang sekali kinerja suatu material hanya

ditentukan oleh satu sifat, tetapi lebih kepada kombinasi dari beberapa sifat. Salah satu contohnya adalah ketahanan-us (*wear resistance*) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (kekerasan, kekuatan, dll). Adapun pada keausan bahan kampas rem ini dipengaruhi oleh jumlah serbuk tempurung kemiri di dalam sampel dimana semakin kecil persentase tempurung kemiri dalam sampel maka semakin kecil nilai keausannya atau mudah aus. Dapat digambarkan pada grafik dibawah ini:



Grafik 4.3: Komposisi tempurung kemiri dalam sampel terhadap nilai keausan bahan kampas rem.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah:

1. Nilai kuat tekan bahan kampas rem diperoleh dari komposisi sampel 1 dengan nilai kuat tekan 8,14 BHN , sampel 2 dengan nilai kuat tekan 9,56 BHN, sampel 3 dengan nilai kuat tekan 9,13 BHN, sampel 4 dengan nilai kuat tekan 13,4 BHN, dan sampel 5 dengan nilai kuat tekan 10,75 BHN. Adapun sampel 4 mendekati nilai kuat tekan bahan kampas rem pasaran yakni 13,7 BHN karena dipengaruhi oleh campuran bahan yang lebih homogen.
2. Nilai keausan bahan kampas rem diperoleh dari komposisi sampel 1 yaitu $2,02 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sampel 2 yaitu $9,32 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sampel 3 yaitu $2,16 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sampel 4 yaitu $2,96 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, dan sampel 5 yaitu $6,8 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Adapun sampel 2 adalah yang paling rendah nilai keausannya, nilai ini lebih kecil daripada nilai keausan bahan kampas rem di pasaran yaitu $1,4 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$ karena dipengaruhi oleh banyaknya komposisi serbuk tempurung kemiri dalam bahan.
3. Dari kelima sampel diatas diperoleh nilai keausan yang lebih rendah dari keausan bahan kampas rem pasaran tetapi hanya sampel 4 yang

direkomendasikan sebagai bahan alternatif kampas rem sebab kekerasannya paling mendekati kekerasan bahan kampas rem pasaran.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan paduan serat bambu dan serbuk tempurung kemiri sebagai bahan kampas rem organik dengan variasi komposisi yang berurut. Adapun kekurangan dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran diameter sampel uji yang berbeda disebabkan komposit yang dikeluarkan dari dalam cetakan setelah di press mengembang karena resin belum kering dan belum mengikat bahan dengan sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Alu Syaikh, Dr. Abdullah bin Muhammad. *Lubaabut Tafsir ibnu katsir. Jilid 5*. Pustaka Imam syafii: Jakarta.2012.
- Amanto, Hari dan Daryanto. *Ilmu Bahan*. PT. Bumi Aksara: Jakarta.2003.
- Asroni dan Deni Nurkholis. *Pengaruh Komposisi Resin Poliester Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Komposit Papan Partikel Onggok Limbah Singkong*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Metro.2016.
- Chandra,Adi dan Asroni. *Pengaruh Komposisi Resin Polyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.Lampung.2015.
- Dewi, Triana Nofika dan Soekrisno, R. *Optimasi Suhu Perlakuan Panas Pada Abrasion Wear Resistant Cast Iron Terhadap Keausan, Kekerasan Dan Struktur Mikro*. Teknik Mesin dan Industri UGM. Yogyakarta.2015.
- Dwi Haryadi, Gunawan. Dkk. *Perlakuan Abu Biji Kapuk Randu Untuk Bahan Kampas Rem Kendaraan Bermotor*. Jurusan Teknik Mesin.Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.2014.
- Frick,Heinz dan Koesmartadi, Ch. *Ilmu Bahan Bangunan (Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan)*. KANISIUS (Anggota IKAPI) Yogyakarta dan SOEGIJAPRANATA UNIVERSITY PRESS. Semarang: Cet.12.1999.
- <https://ftkceria.wordpress.com/2012/04/28/uji-keausan-wear/> (diakses pada tanggal 21 januari 2018)
- Herman, Maman dkk. *Prospek Pengembangan Tanaman Kemiri Minyak (Reutealis Trisperma (Blanco) Airy Shaw) Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar: Sukabumi.2013.
- Ilmu purboputro,Promuko. *Pengembangan Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu Terhadap Ketahanan Aus Pada Kondisi Kering dan Basah*. Departement Of Mechanical Engineering Universitas Muhammadiyah Surakarta.2016.

- Kiswiranti, D.,dkk. *Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non-Asbes Pada Kampas Rem Sepeda Motor*. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang (UNNS): Semarang.2009.
- Nieman, G. *Elemen Mesin Jilid 1 Desai Dan Kalkulasi Dari Sambungan, Bantalan dan Poros* Edisi Kedua Kerjasama Dengan DR.ing M.Hirt. Jakarta: Erlangga.1994.
- Nugroho,Eko dan Nasroni. *Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Kekuatan Mekanik Papan Partikel Yang Diperkuat Serbuk Kayu Akasia*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.2016.
- Qurahman, Taufik dan Syarifuddin. *Analisa Beban Pengereman Terhadap Kualitas Kampas Rem Tromol Mobil dengan Metode Oghosi*. Politeknik Harapan Bersama Jurusan Teknik Mesin: Tegal.2016.
- S.Yoresta,Fengky. *Sifat Mekanis Bambu Betung (Dendrocalamus Asper)*. Departement Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB.Bogor.2013.
- Shibab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qura'an* Vol 7. Jakarta :Lentera Hati.2002.
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pranadya Paramita: Jakarta.1997.
- Suparno,Ono. *Penghilangan Hemiselulosa Serat Bambu Secara Enzimatik Untuk Pembuatan Serat Bambu*. Departement Teknologi Industri Pertanian.Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.2017.
- Surdia, Ir. Tata dan Saito, Dr. Shinroku. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita: Jakarta.2005.
- Sutikno Dkk. *Sifat Mekanik Bahan Gesek Rem Komposit Diperkuat Serat Bambu*. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.2012.
- Syawaluddin dan Setiawan, Iman Agus. *Perbandingan Pengujian Mekanis Terhadap Kampas Rem Asbes dan Non-Asbestos Dengan Melakukan Uji Komposisi, Uji Kekeraan dan Uji Keausan*.Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah: Jakarta.[t.th].

Turmuzi, Muhammad. *Pengembangan Pori Arang Hasil Pirolisa Tempurung Kemiri*. Fakultas Teknik USU Medan.2005.

Yogha pratama, Yudha. *Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Serabut Kelapa-Polyester*. Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret.2014.



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Muh Asyraf Athif, lahir di Sinjai, 19 November 1995. Ia menyelesaikan sekolah dasar di SD 46 Songing pada tahun 2007, Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Sinjai Selatan pada tahun 2010, Selanjutnya menyelesaikan sekolah menengah pertama di SMAN 1 Sinjai Selatan pada tahun 2013 dan sekarang telah berubah nama menjadi SMAN 2 Sinjai, dan saat ini penulis telah menyelesaikan studi strata satu (S1) di Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar pada Februari 2018. Selama menempuh studi S1 di Jurusan Fisika, penulis juga

aktif berorganisasi, diantaranya menjadi pengurus UKM RITMA saat itu masih bernama LPPM AL-Kindi, DEMA SAINTEK, UKM LDF Ulil Albab dan menjadi koordinator asisten laboratorium Fisika.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

SERTIFIKAT HASIL UJI

CERTIFICATE OF TEST

NOMOR : 2.0691/LU-BBIHP/II/2018

Number

Nomor Analisis

: P. 019

Analysis Number

Tanggal Penerimaan

: 03 Januari 2018

Date of sample

Nama Contoh

**: Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung
Kemiri, Resin**

Sample(s) name

1. Untuk Analisis

: Fisika

For Analysis

2. Keterangan Contoh

**: Kode 008.009.1, Kemasan Plastik, Keadaan Contoh Baik (40%
SB+ 10% SK + 10% AI + 40% Ply)**

Description of Sample

Identitas Pemilik

Owner's Identity

1. Nama

: Asyraf Athif

Name

2. Alamat

**: Dusun Tonasa, Desa Songing, Kecamatan Sinjai Selatan,
Kabupaten Sinjai**

Address

Pengambilan Contoh

Sampling

1. Diambil dari

Taken from

2. Berita Acara

The record

Tanggal Analisis

: 03 Januari 2018

Date of Analysis

Tanggal Selesai

: 24 Januari 2018

Date of Completion

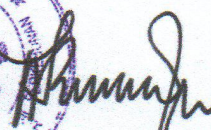
Tanggal Penerbitan

: 24 Januari 2018

Date of Issue



Wakil Manajer Teknis 1,


St. SARKISAH

HASIL UJI

TEST RESULT

Nomor Sertifikat : 2.0691/LU-BBIHP/I/2018

Certificate Number

Nomor Analisis : P. 019

Analysis Number

Nama Contoh : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung Kemiri, Resin

Sample(s) Name

Tanggal Penerbitan : 24 Januari 2018

Date of Issue

Parameter Parameter(s)	Satuan Unit(s)	Hasil Result	Metode Uji/Teknik Analytical Method
Kuat Tekan	kg/cm2	268,82	SNI 15-2049-2004 Butir 7.2.6



Wakil Manajer Teknis 1,

ST. SARKIYAH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN**MAKASSAR**

SERTIFIKAT HASIL UJI
CERTIFICATE OF TEST

NOMOR : 2.0692/LU-BBIHP/II/2018

Number

Nomor Analisis : P. 020
Analysis Number

Tanggal Penerimaan : 03 Januari 2018
Date of sample

Nama Contoh : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung
Kemiri, Resin
Sample(s) name

- 1. Untuk Analisis** : Fisika
For Analysis
- 2. Keterangan Contoh** : Kode 008.009.2, Kemasan Plastik, Keadaan Contoh Baik (30%
SB+ 15% SK + 15% AI + 40% Ply)
Description of Sample

Identitas Pemilik

Owner's Identity

- 1. Nama** : Asyraf Athif
Name
- 2. Alamat** : Dusun Tonasa, Desa Songing, Kecamatan Sinjai Selatan,
Address Kabupaten Sinjai

Pengambilan Contoh

Sampling

- 1. Diambil dari** : -
Taken from
- 2. Berita Acara** : -
The record

Tanggal Analisis : 03 Januari 2018
Date of Analysis

Tanggal Selesai : 24 Januari 2018
Date of Completion

Tanggal Penerbitan : 25 Januari 2018
Date of Issue

Wakil Manajer Teknis 1,



HASIL UJI

TEST RESULT

Nomor Sertifikat : 2.0692/LU-BBIHP/I/2018

Certificate Number

Nomor Analisis : P. 020

Analysis Number

Nama Contoh : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung Kemiri, Resin

Sample(s) Name

Tanggal Penerbitan : 25 Januari 2018

Date of Issue

Parameter Parameter(s)	Satuan Unit(s)	Hasil Result	Metode Uji/Teknik Analytical Method
Kuat Tekan	kg/cm ²	315,55	SNI 15-2049-2004 Butir 7.2.6

Wakil Manajer Teknis 1,



St. SARKIYAH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN
MAKASSAR

SERTIFIKAT HASIL UJI
CERTIFICATE OF TEST

NOMOR : 2.0693/LU-BBIHP/I/2018

Number

Nomor Analisis

Analysis Number

: P. 021

Tanggal Penerimaan

Date of sample

: 03 Januari 2018

Nama Contoh

Sample(s) name

: Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung
Kemiri, Resin

1. Untuk Analisis

For Analysis

: Fisika

2. Keterangan Contoh

Description of Sample

: Kode 008.009.3, Kemasan Plastik, Keadaan Contoh Baik (20%
SB+ 20% SK + 20% AI + 40% Ply)

Identitas Pemilik

Owner's Identity

1. Nama

Name

: Asyraf Athif

2. Alamat

Address

: Dusun Tonasa, Desa Songing, Kecamatan Sinjai Selatan,
Kabupaten Sinjai

Pengambilan Contoh

Sampling

1. Diambil dari

Taken from

: -

2. Berita Acara

The record

: -

Tanggal Analisis

Date of Analysis

: 03 Januari 2018

Tanggal Selesai

Date of Completion

: 24 Januari 2018

Tanggal Penerbitan

Date of Issue

: 24 Januari 2018



Wakil Manajer Teknis 1,

St. SARKIYAH

HASIL UJI**TEST RESULT****Nomor Sertifikat** : 2.0693/LU-BBIHP/II/2018*Certificate Number***Nomor Analisis** : P. 021*Analysis Number***Nama Contoh** : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung Kemiri, Resin*Sample(s) Name***Tanggal Penerbitan** : 24 Januari 2018*Date of Issue*

Parameter <i>Parameter(s)</i>	Satuan <i>Unit(s)</i>	Hasil <i>Result</i>	Metode Uji/Teknik <i>Analytical Method</i>
Kuat Tekan	kg/cm2	301,07	SNI 15-2049-2004 Butir 7.2.6



Wakil Manajer Teknis 1,

S. SARKITAH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN
MAKASSAR

SERTIFIKAT HASIL UJI
CERTIFICATE OF TEST

NOMOR : 2.0694/LU-BBIHP/II/2018

Number

Nomor Analisis

: P. 022

Analysis Number

Tanggal Penerimaan

: 03 Januari 2018

Date of sample

Nama Contoh

: Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung
Kemiri, Resin

Sample(s) name

1. Untuk Analisis

: Fisika

For Analysis

2. Keterangan Contoh

: Kode 008.009.4, Kemasan Plastik, Keadaan Contoh Baik, (40%
SK+ 10% SB + 10% AI + 40% Ply)

Description of Sample

Identitas Pemilik

Owner's Identity

1. Nama

: Asyraf Athif

Name

2. Alamat

: Dusun Tonasa, Desa Songing, Kecamatan Sinjai Selatan,
Kabupaten Sinjai

Address

Pengambilan Contoh

Sampling

1. Diambil dari

: -

Taken from

2. Berita Acara

: -

The record

Tanggal Analisis

: 03 Januari 2018

Date of Analysis

Tanggal Selesai

: 24 Januari 2018

Date of Completion

Tanggal Penerbitan

: 24 Januari 2018

Date of Issue

HASIL UJI
TEST RESULT

Nomor Sertifikat : 2.0694/LU-BBIHP/I/2018
Certificate Number
Nomor Analisis : P. 022
Analysis Number
Nama Contoh : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung Kemiri, Resin
Sample(s) Name
Tanggal Penerbitan : 24 Januari 2018
Date of Issue

Parameter <i>Parameter(s)</i>	Satuan <i>Unit(s)</i>	Hasil <i>Result</i>	Metode Uji/Teknik <i>Analytical Method</i>
Kuat Tekan	kg/cm2	447,78	SNI 15-2049-2004 Butir 7.2.6



Wakil Manajer Teknis 1,

S. SARKIYAH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN
MAKASSAR



SERTIFIKAT HASIL UJI
CERTIFICATE OF TEST

NOMOR : 2.0695/LU-BBIHP/I/2018

Number

Nomor Analisis

Analysis Number

: P. 023

Tanggal Penerimaan

Date of sample

: 03 Januari 2018

Nama Contoh

Sample(s) name

: Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung
Kemiri, Resin

1. Untuk Analisis

For Analysis

: Fisika

2. Keterangan Contoh

Description of Sample

: Kode 008.009.5, Kemasan Plastik, Keadaan Contoh Baik (30%
SK+ 15% SB + 15% AI + 40% Ply)

Identitas Pemilik

Owner's Identity

1. Nama

Name

: Asyraf Athif

2. Alamat

Address

: Dusun Tonasa, Desa Songing, Kecamatan Sinjai Selatan,
Kabupaten Sinjai

Pengambilan Contoh

Sampling

1. Diambil dari

Taken from

: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

2. Berita Acara

The record

: -

Tanggal Analisis

Date of Analysis

: 03 Januari 2018

Tanggal Selesai

Date of Completion

: 24 Januari 2018

Tanggal Penerbitan

Date of Issue

: 24 Januari 2018



Wakil Manajer Teknis 1,

St. SARKIYAH

HASIL UJI

TEST RESULT

Nomor Sertifikat : 2.0695/LU-BBIHP//2018

Certificate Number

Nomor Analisis : P. 023

Analysis Number

Nama Contoh : Kampas Rem Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tempurung Kemiri, Resin

Sample(s) Name

Tanggal Penerbitan : 24 Januari 2018

Date of Issue

Parameter Parameter(s)	Satuan Unit(s)	Hasil Result	Metode Uji/Teknik Analytical Method
Kuat Tekan	kg/cm ²	353,84	SNI 15-2049-2004 Butir 7.2.6

Wakil Manajer Teknis 1,

St. SARKIYAH



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN

MAKASSAR

Tanggal Penerbitan

Date of Issuance

Tanggal Serah Terima

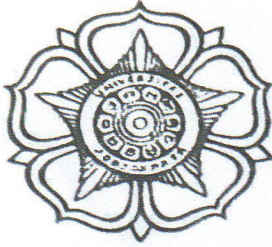
Date of Completion

Tanggal Penerbitan

Date of Issue



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA

Jl. Grafika No.2, Kampus UGM Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 521673, Fax. (0274) 521673

DATA UJI KEAUSAN KOMPOSIT

Muh. Asyraf Athif

Kode Spc	Beban (kg)	Abrasion Distance (m)	Speed (rpm)	Waktu (s)	bo	r. Pisau (mm)	P. Tebal Pisau (mm)
Sample	2,12	66,6	0,25	60	bo	14	3
1	2,12	66,6	0,25	60	2,2	14	3
2	2,12	66,6	0,25	60	1,7	14	3
3	2,12	66,6	0,25	60	2,25	14	3
4	2,12	66,6	0,25	60	2,5	14	3
5	2,12	66,6	0,25	60	3,3	14	3

Nb. Pembesaran Mikroskop 50x = 1mm = 18 strip

Yogyakarta, 03 Januari 2018

PLP

Bahan Teknik UGM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUD
MAKASSAR

Sunhaji

196506041986121001





UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 311 TAHUN 2018

TENTANG

PANITIA UJIAN KUALIFIKASI HASIL PENELITIAN DALAM PENYUSUNAN SKRIPSI MAHASISWA
SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Membaca : Surat Permohonan **MUH.ASYRAF ATHIF, NIM 60400113016, tertanggal 30 Januari 2018**, untuk melaksanakan seminar Hasil.
- Menimbang : Bahwa untuk pelaksanaan dan kelancaran seminar draft/hasil, perlu dibentuk panitia seminar Hasil dan penyusunan skripsi
- Mengingat : 1. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Agama RI No.1 Tahun 2012 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama;
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 25 Tahun 2013 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 85 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar;
6. Peraturan Menteri Agama RI. Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 289 Tahun 1993 jo Nomor 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan;
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU);
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No.200 tahun 2016 tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar;

MEMUTUSKAN

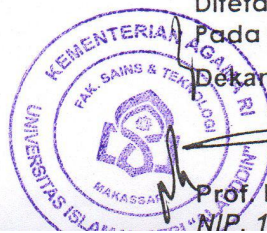
- Menetapkan Pertama : Membentuk Dewan Penguji Seminar Hasil, Jurusan **Fisika** Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi :

Ketua : Muh.Said L, S.Si., M.Pd.
Sekertaris : Sri Zelviani, S.Si., M.Sc.
Pembimbing 1 : Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Pembimbing 2 : Ihsan, S.Pd., M.Si.
Penguji 1 : Fitriyanti, S.Si., M.Sc.
Penguji 2 : Dr.Sohra, M.Ag.
Pelaksana : Nurman Najib, S.Ag., M.M.

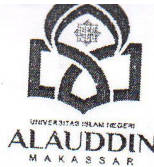
- Kedua : 1. Panitia bertugas melaksanakan seminar draft/hasil, memberi bimbingan, petunjuk-petunjuk, perbaikan mengenai materi, metode, bahasa dan kemampuan menguasai masalah penyusunan skripsi
2. Biaya pelaksanaan seminar draft penelitian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
3. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya

Surat Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh tanggungjawab.

Ditetapkan di : Makassar
Pada tanggal : 30 Januari 2018



Dekan
Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.
NIP. 19691205 199303 1 001



**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 349 TAHUN 2018
TENTANG**

**PANITIA UJIAN KOMPREHENSIF
JURUSAN FISIKA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

Membaca
Menimbang

- : Surat permohonan Ujian Komprehensif : **MUH.ASYRAF ATHIF, NIM: 60400113018**
: Bahwa untuk pelaksanaan dan kelancaran ujian komprehensif perlu dibentuk panitia ujian

Mengingat

- : 1. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Agama RI No.1 Tahun 2012 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama;
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 25 Tahun 2013 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 85 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar
6. Peraturan Menteri Agama RI. Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor: 289 Tahun 1993 jo Nomor: 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan;
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU);
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No.200 tahun 2016 tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar;

MEMUTUSKAN

Menetapkan

- : 1. Membentuk Panitia Ujian Komprehensif, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi:
- | | |
|------------|-------------------------------|
| Ketua | : Dr.Hj.Wasilah,S.T., M.T. |
| Sekretaris | : Nurman Najib,S.Ag., M.M. |
| Penguji 1 | : Dr.Sohrah,M.Ag. |
| Penguji 2 | : Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D. |
| Penguji 3 | : Ihsan, S.Pd., M.Si. |
| Pelaksana | : Jusmulyadi, S.T. |
2. Panitia bertugas menyiapkan perlengkapan administrasi dan melaksanakan ujian
3. Biaya pelaksanaan ujian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
4. Tugas Panitia dianggap selesai setelah seluruh rangkaian kegiatan ujian berakhir.
5. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Surat keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Ditetapkan di : Makassar
Pada tanggal : 06 Februari 2018

Dekan





**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR :406 TAHUN 8**

TENTANG

**PANITIA UJIAN MUNAQASYAH
JURUSAN FISIKA FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Membaca : Surat permohonan : **MUH.ASYRAFATHIF**
NIM : **60400113016**
Tanggal : **09 Februari 2018**
Mahasiswa Jurusan : **FISIKA**
Untuk Ujian Skripsi/ Munaqasyah yang berjudul " **Uji Kuat Tekan dan Keausan Bahan Kampas Rem dari Komposisi Tempurung Kemiri dan Serat Bambu**"
- Menimbang : 1. Bahwa saudara tersebut diatas telah memenuhi persyaratan Ujian Skripsi/ Munaqasyah
2. Bahwa untuk pelaksanaan dan kelancaran ujian/ Munaqasyah perlu dibentuk panitia ujian.
- Mengingat : 1. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Agama RI No.1 Tahun 2012 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama;
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 25 Tahun 2013 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 85 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar
6. Peraturan Menteri Agama RI. Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 289 Tahun 1993 jo Nomor 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU)
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No.200 tahun 2016 tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : 1. Membentuk Dewan Penguji Skripsi/ Munaqasyah Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi :

Ketua : Prof.Dr.H.Arifuddin,M.Ag.
Sekretaris : Sri Zelviani,S.Si., M.Sc.
Pembimbing 1 : Sahara,S.Si., M.Sc.Ph.D.
Pembimbing 2 : Ihsan, S.Pd., M.Si.
Penguji 1 : Fitriyanti, S.Si., M.Sc.
Penguji 2 : Dr.Sohrah, M.Ag.
Pelaksana : Jasmulyadi,S.T.

2. Panitia bertugas melaksanakan ujian Skripsi/Munaqasyah bagi saudara yang namanya tersebut diatas.
3. Biaya pelaksanaan ujian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar.
4. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab

Ditetapkan di Makassar
Pada tanggal, 09 Februari 2018

Dekan

Kuasa Nomor : B.493/Un.06/F ST/KP.07.6/02/2018

Tanggal 09 Februari 2018

